
Luftschutz
durch
STAHL
Schutzraum
aus
STAHL
HANS STÖVHASE
Beratungsstelle für Stahlverwendung, Düsseldorf-Stahlhof

Inhaltsverzeichnis:



STAHL ÜBERALL

BERATUNGSSTELLE FÜR STAHLVERWENDUNG

9. JAHRGANG DÜSSELDORF-STAHLHOF HEFT 1, 1936

Luftschutz durch Stahl

Eine Untersuchung über die Anwendung von Stahl im bautechnischen Luftschutz

von Dr.-Ing. Hans Schoszberger

Vom Reichsluftfahrtministerium geprüft und genehmigt

Vorwort

Die vorliegende Untersuchung hat sich die Aufgabe gestellt, die Anwendung des Stahles im bautechnischen Luftschutz zu behandeln. Es sollen alle diejenigen Bauteile und Geräte des Luftschutzes untersucht werden, bei denen Stahl verwendet wird. Darüber hinaus sollen neue Anwendungsgebiete für den Stahl erschlossen werden. Es wird gezeigt, wo der stahlverarbeitenden Industrie noch Aufgaben harren und bei der Erzeugung welcher Bauteile Stahl vorteilhaft verwendet werden kann.

Da es sich dabei ausschließlich um die Untersuchung von Stahlteilen handelt, hat sich eine eingehendere Behandlung dieses Baustoffes ergeben, welche zu falschen Schlüssen führen könnte. Wenn auf den folgenden Seiten immer nur von Stahl gesprochen wird, so soll damit keineswegs gesagt sein, daß *nur* dieser Baustoff im Luftschutz brauchbar ist. Im Gegenteil, der Verfasser ist sich vollkommen klar darüber, daß auch anderen Baustoffen ein wichtiger Platz im Luftschutz zukommt. Die Eignung von Eisenbeton für den Luftschutz ist allgemein bekannt und unbestritten; es lassen sich sogar durch das richtige Zusammenwirken von Eisenbeton und Stahl besonders gute bautechnische Lösungen erzielen. Auch der Baustoff Holz wird im Luftschutz sicher noch eine wichtige Rolle spielen. *Diese Untersuchung soll weder eine Werbearbeit sein, noch irgendeinen Angriff gegen andere Baustoffe und Bauweisen darstellen.* Wenn an einzelnen Stellen nur von Stahl gesprochen wird, so mag sich der Leser dabei vor Augen halten, daß der gleiche Zweck in manchen Fällen auch mit anderen Baustoffen erreicht werden kann. Der Verfasser glaubt aber, daß auch derartige „einseitige" Untersuchungen ihren Wert haben. Eine ganze Reihe von Baufachleuten, die hauptsächlich an der Verwertung von Stahl Interesse haben, soll für die Mitarbeit im Luftschutz gewonnen werden. Allen denjenigen, die Stahl für das Bauwesen verarbeiten oder Stahlbauteile erzeugen, soll gezeigt werden, wo ihre Arbeit im Luftschutz ansetzen kann und welche Grenzen ihr gesetzt sind. Darüber hinaus soll aber jeder Architekt und Ingenieur erfahren, wie reich die Möglichkeiten sind, die gerade der Baustoff Stahl im Luftschutz bietet.

Der Beratungsstelle für Stahlverwendung gebührt der Dank für das Zustandekommen dieser Arbeit, sowie für ihre wertvolle Mitarbeit bei der Zusammenstellung des Materials und bei der Abfassung der Untersuchung.

Berlin, im Januar 1936

Hans Schoszberger

I. Bau und Wirkung der Bomben

A. Die Sprengbombe

Mit Sprengbomben werden im Vergleich zu den anderen Bomben die größten Zerstörungen angerichtet; daher ist der bautechnische Schutz gegen Sprengbomben besonders wichtig; er ist aber auch am schwersten zu erreichen. Das ausländische Militär verwendet Splitterbomben von 7 bis 15 kg Gewicht, mittlere Bomben von 50 bis 300 kg (Abb. 1) und schwere Minenbomben von 300 bis 1500 kg. Die Amerikaner haben Minenbomben bis zu 1800 kg Gewicht gebaut. So schwere Bomben werden aber nur in Ausnahmefällen gegen wichtige Einzelziele zum Einsatz kommen. Bei Luftangriffen gegen das Hinterland wird voraussichtlich mit einer großen Zahl mittlerer und einzelnen schweren Sprengbomben zu rechnen sein. Die Sprengbombe kann je nach dem zu bekämpfenden Ziele Augenblickszündung oder Zeitzündung erhalten.

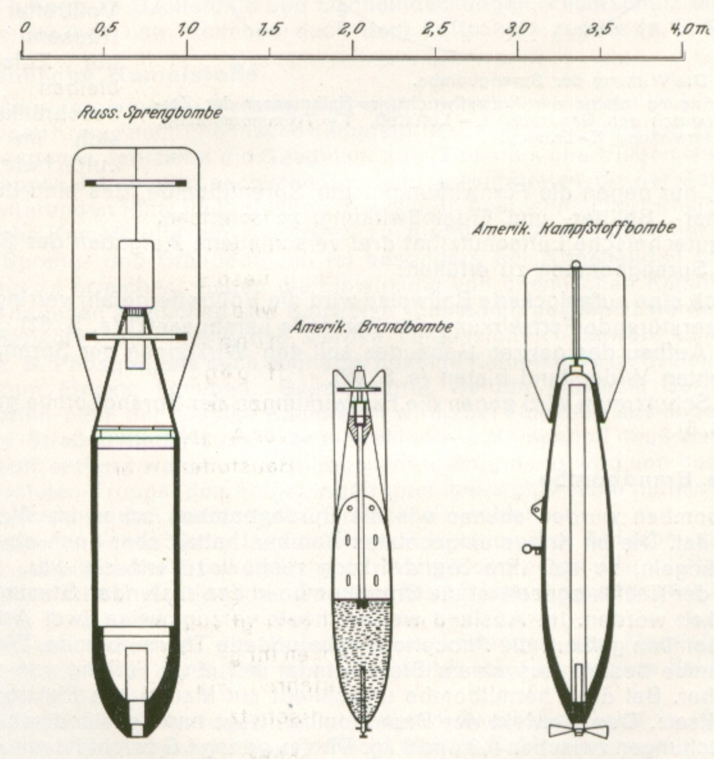


Abb. 1

Für eine Festsetzung der bautechnischen Schutzmaßnahmen ist es wichtig, die Wirkungen der Sprengbombe zu kennen. Wenn eine Sprengbombe auf ein festes Hindernis auftrifft, so haben wir folgende Wirkungen zu unterscheiden (Abb. 2): Die Bombe dringt infolge der Auftreffwucht in das Hindernis ein, der Gasdruck reißt den Baustoff auf, die Luft wird in Schwingungen versetzt (Luftstoß und Luftsog), Bombensplitter fliegen mit großer Geschwindigkeit aus dem Zerknallherd, einzelne Bauwerkstrümmer werden gegen be-

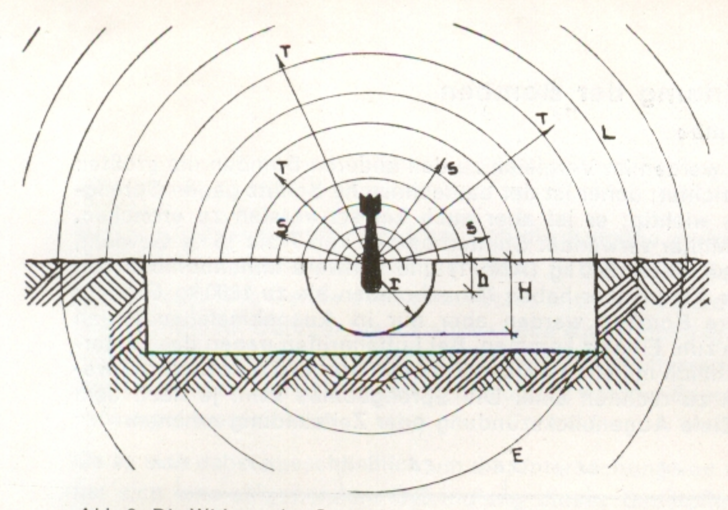


Abb. 2: Die Wirkung der Sprengbombe.
h=Eindringung infolge der Auftreffwucht, r=Halbmesser der Zerstörung durch den Gasdruck, L = Luftstoß, T = Trümmerwirkung, S=Splitterwirkung, E=Erdstoß.

nachbarte Bauten geschleudert, und die Wirkung der Auftreffwucht und des Gasdruckes breitet sich wellenförmig als Erdstoß aus, der die Gebäude von der Gründung her gefährdet. Gegen diese Wirkungen muß Schutz geboten werden. Da Volltreffer von Häusern immer nur Zufallstreffer bleiben werden, beschränkt man sich im zivilen Luftschutz meist darauf, nur gegen die Fernwirkungen der Sprengbombe, das sind Luftstoß-, Trümmer-, Splitter- und Erdstoßwirkung, zu schützen.
Der bautechnische Luftschutz hat drei verschiedene Aufgaben des Schutzes gegen Sprengbomben zu erfüllen:

1. Durch eine aufgelockerte Bauweise wird die Volltreffergefahr verringert und die zerstörende Fernwirkung des Zerknalls herabgesetzt (s. S. 61).
2. Der Aufbau des ganzen Gebäudes soll den Wirkungen der Sprengbombe erhöhten Widerstand bieten (s. S. 42).
3. Der Schutzraum wird gegen die Fernwirkungen der Sprengbombe gesichert (s. S. 5).

B. Die Brandbombe

Brandbomben wurden ebenso wie die Sprengbomben schon im Weltkriege verwendet. Die im Kriege eingesetzten Bomben hatten aber noch eine Reihe von Mängeln, so daß ihre Brandwirkung recht unzuverlässig war.
Erst in der Nachkriegszeit ist die Brandbombe in den rüstenden Staaten weiter entwickelt worden. Im Ausland werden heute vorzugsweise zwei Arten von Brandbomben gebaut: die Phosphorbombe und die Thermitbombe. Die Phosphorbombe besteht aus einem Blechzylinder mit einer Füllung von weißem Phosphor. Bei der Thermitbombe umschließt ein Mantel aus Elektron einen Thermitsatz. Das Gewicht der Brandbomben liegt nach ausländischen Veröffentlichungen zwischen 0,2 und 5 kg. Dieses geringe Gewicht ist mit Absicht gewählt, da die Brandbombe nur die Dachhaut durchschagen soll, um dann in dem meist mit feuergefährlichen Stoffen angefüllten Dachboden zur Wirkung zu kommen. Allerdings wird in letzter Zeit auch von schwereren Brandbomben aus dem Ausland berichtet.
Bei einem Luftangriff wird eine große Zahl von leichten Brandbomben abgeworfen. Selbst wenn nur ein Bruchteil der abgeworfenen Bomben zündet, werden Massenbrände entstehen, zu deren Bekämpfung die Feuerwehr nicht

ausreicht. Es muß deshalb ein Teil der Hausbewohner zur Brandbekämpfung herangezogen werden. Die Bedeutung dieser Hausfeuerwehr ist aus der Tätigkeit des Reichsluftschutzbundes bekannt.
Der bautechnische Brandbombenschutz hat vornehmlich vier Aufgaben zu erfüllen:

1. Eine aufgelockerte Bauweise setzt die Treffmöglichkeit und das Ausbreiten eines Brandes herab (s. S. 61).
2. Das Dachgeschoß wird durch Entrümpelung und Feuerschutz empfindlicher Bauteile für den Luftschutz hergerichtet (s. S. 55).
3. Eine versteifende Branddecke wird als oberste Geschoßdecke eingebaut; sie erhöht die Standfestigkeit und verhindert oder erschwert die Brandlegung des Hauses (s. S. 52). Im gegebenen Fall wird eine Dachhaut aufgebracht, die den Durchschlag von Brandbomben zu verhindern vermag.
4. Alle bautechnischen Feuerschutzmaßnahmen, wie feuersichere Bauweise, nicht brennbare Dachstühle und Dacheindeckungen, Feuerschutz empfindlicher Bauteile usw. kommen auch dem Luftschutz zugute (s. S. 57).

C. Chemische Kampfstoffe

Trotz aller internationaler Verbote muß damit gerechnet werden, daß in einem zukünftigen Kriege auch chemische Kampfstoffe zum Einsatz kommen. Während im vergangenen Jahrzehnt die Gasgefahr zum Teil stark übertrieben wurde, ist in den letzten Jahren eine sachliche Beurteilung eingetreten, die der Gasgefahr den gebührenden Platz im Luftschutz zuweist. In bautechnischer Hinsicht sind chemische Kampfstoffe am wenigsten zu fürchten. Ein vollständiger Schutz gegen Spreng- und Brandbomben ist besonders bei Altgebäuden oft recht schwierig zu erreichen. Gegen die Einwirkung von chemischen Kampfstoffen können dagegen Menschen und Bauwerke vollständig geschützt werden.
Nach Berichten des Auslandes werden voraussichtlich sowohl Luftkampfstoffe (z. B. Phosgen) als auch seßhafte, flüssige Kampfstoffe (z. B. Senfgas = Lost) zum Einsatz kommen. Beim Angriff werden entweder Gasbomben abgeworfen oder der flüssige Kampfstoff wird vom Flugzeug aus abgeregnet. Der auf Straßen und Häusern liegengebliebene Kampfstoff muß nach dem Luftangriff entfernt werden. Diese sogenannte Entgiftung wird von besonders ausgerüsteten Trupps, den Entgiftungstrupps, besorgt, welche mittels Wasser und Chemikalien den Kampfstoff unschädlich machen.
Dem bautechnischen Gasschutz fallen grundsätzlich drei Aufgaben zu:

1. Eine aufgelockerte Bauweise macht infolge der guten Durchlüftung der Wohnviertel den Erfolg jedes Gasangriffes für den Angreifer sehr zweifelhaft (s. S. 61).
2. Ein dichter Abschluß des Schutzraumes verhindert das Eindringen von Kampfstoffen; für die Zufuhr reiner Außenluft sorgt eine eigene Belüftungsanlage (s. S. 24).
3. Die Frage der Entgiftungsmöglichkeit von Baustoffen kann in einzelnen Fällen von Einfluß auf die Baustoffwahl sein (s. S. 57).

II. Schutzraumbau

Der Schutzraum hat die Aufgabe, die Menschen vor den Wirkungen der Fliegerbomben zu schützen. Im zivilen Luftschutz wird dabei auf einen Schutz gegen Volltreffer von Sprengbomben aus wirtschaftlichen Gründen in den meisten Fällen verzichtet. Der Schutzraum des Wohnhauses schützt gegen Trümmer,

Splitter und Luftdruck der Sprengbomben; er ist sicher gegen Einsturz und bietet Schutz gegen die Wirkungen der Kampfstoffe. Nur in wenigen Ausnahmefällen wird auch gegen Volltreffer von Sprengbomben Schutz geboten (s. S. 38). Es ist zwischen dem Schutzraumneubau und dem Einbau von Schutzräumen in bestehende Bauten zu unterscheiden. In beiden Fällen führen die gleichen Luftschutzforderungen zu oft ganz verschiedenen bautechnischen Lösungen. Der Neubau von Schutzräumen ist nicht nur einfacher durchführbar, sondern auch erheblich billiger als der Schutzraumbau in Altgebäuden. Je nach der Höhe der verfügbaren Geldsumme wird die Ausführung der Schutzräume verschieden sein. So sind z. B. Schutzräume in der Industrie meist reichhaltiger ausgestattet und auch teurer als Schutzräume in Wohnhäusern. Da auf dem Gebiete des Schutzraumbaues Bauerfahrungen bereits in reichem Maße vorliegen, und eine ganze Anzahl von Schutzraumbauteilen zu billigen Preisen fabrikmäßig erzeugt werden, kann heute in jedem Gebäude mit verhältnismäßig geringen Mitteln ein Schutzraum gebaut werden, der allen Anforderungen voll entspricht. „Öffentliche Sammelschutzräume" werden von Behörden gebaut, „Schutzräume" in Wohn- und Geschäftshäusern sind vom Hauseigentümer oder vom Eigentümer des Werkes zu erstellen.

Der Baustoff Stahl im Schutzraumbau

Stahl wird schon seit dem Aufkommen des bautechnischen Luftschutzes im Schutzraumbau mit Vorteil verwendet (Abb. 3). Sowohl tragende Bauteile als auch Einrichtungsgegenstände des Schutzraumes sind vielfach aus Stahl hergestellt worden.

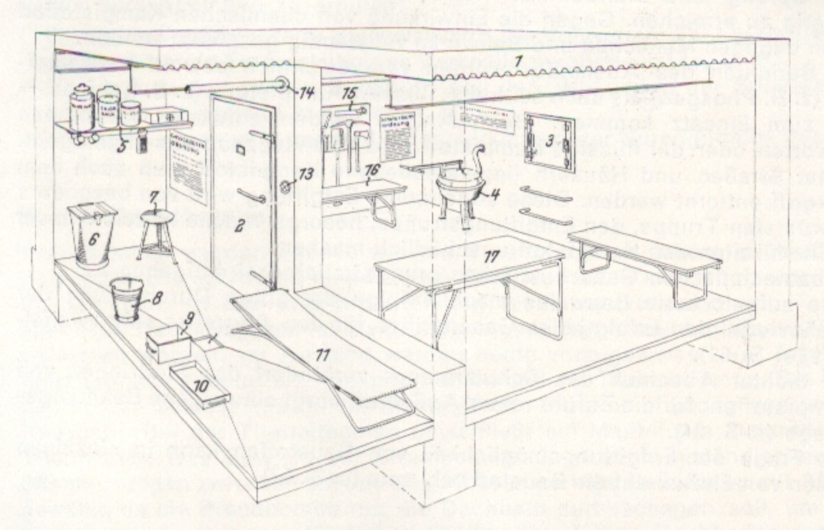


Abb. 3: Der Baustoff Stahl im Schutzraumbau. Links Gasschleuse, rechts Schutzraum. Das Bild zeigt die vielfache Verwendung von Stahl bei den Bauteilen und Einrichtungsgegenständen des Schutzraumes.

1 Wellblechdecke auf Stahlträgern, 2 gasdichte Stahltür, 3 gasdichte Stahlblende, Notausstieg, 4 Raumbelüfter, 5 Wandbrett mit Gasschleusenbedarf, 6 Behälter für reine Kleider, 7 Schemel, 8 Wassereimer, 9 Chlorkalkbehälter, 10 Sandkasten zur Schuhentgiftung, 11 Tragbahre, 13 Überdruckventil, 14 Dichtung des Rohrdurchganges, 15 Werkzeugbrett, 16 Bank, 17 Tisch.

Neben der hohen Widerstandsfähigkeit und Lebensdauer aller Stahlteile hat besonders die Eigenschaft dieses Werkstoffes, Druck-, Zug-, Biegungs- und Schubbeanspruchungen in nahezu gleichem Maße aufnehmen zu können, zu wachsender Verwendung des Stahls im Schutzraumbau geführt. Dank dieser Eigenschaft ist der Stahl im Gegensatz zu allen anderen Baustoffen befähigt, auch plötzliche Umkehrungen der Beanspruchung (Vertauschen von Zug- und Druckzonen) zu ertragen. Die große elastische und plastische Verformbarkeit ermöglicht es dem Stahl außerdem, sich plötzlich auftretenden örtlichen Überbeanspruchungen anzupassen, so daß spröde Trennungsbrüche nicht zu befürchten sind. Daher können in Stahl ausgeführte Schutzraumdecken, Deckenabstützungen und Wandkonstruktionen die verschiedensten, beim Zerknall von Sprengbomben auftretenden Kräfte aus jeder Raumrichtung und mit beliebigem Angriffspunkt aufnehmen. Die hohe Widerstandsfähigkeit gegen Splitterdurchschlag, das im Verhältnis zur Leistung geringe Gewicht, die leichte Entgiftungsmöglichkeit und andere Sondervorteile haben bei einzelnen Bauteilen des Schutzraumes (s. z. B. Abb. 18 und 23) zur ausschließlichen oder überwiegenden Verwendung des Werkstoffes Stahl geführt.

Um jedoch alle Stahlteile im Schutzraum dauernd in einem den Anforderungen des Ernstfalles entsprechenden Zustand zu erhalten, muß für einen zuverlässigen Rostschutz Sorge getragen werden. Dies gilt insbesondere für unter der Erde gelegene Schutzräume mit meist feuchter Kellerluft. Frei an der Luft liegende Stahlteile sind durch Anstriche mit Bleimennige oder Bleiweißölfarben oder bituminöse Anstriche zu schützen. Außerdem kann man der Korrosion durch Verwendung gekupferter Stähle entgegenwirken. Eingemauerte und einbetonierte Stahlteile erfordern keinen weiteren Rostschutz. Wie die Bauerfahrung im Stahl-Hochbau und -Brückenbau gelehrt hat, haben sachgemäß geschützte Stahlteile eine unbegrenzte Lebensdauer.

Gegen Brandgefahr brauchen die Stahlteile des Schutzraumes dagegen nicht geschützt zu werden. Die Entstehung eines Brandes im Schutzraum ist dadurch zu vermeiden, daß der Schutzraum selbst möglichst wenige brennbare Gegenstände erhält. Die Übertragung eines Brandes von außen her wird dagegen durch die feuerbeständige Bauweise der Decken und Wände des Schutzraumes verhindert. Alle im Schutzraum freiliegenden Stahlteile (Träger, Stützen usw.) bleiben daher gegen Brand ungeschützt.

Bei Wirtschaftlichkeitsvergleichen zwischen Bauteilen aus Stahl und solchen aus anderen Baustoffen sollte man natürlich nie vergessen, das Maß an Sicherheit und Lebensdauer, welches die verschiedenen Ausführungen bieten, mit in Rechnung zu stellen.

A. Der Schutzraum des Wohnhauses

Der Schutzraum des Wohn- und Geschäftshauses liegt im allgemeinen im Keller (Abb. 3). Reicht das Kellergeschoß zur Unterbringung der Bewohner und Angestellten nicht aus, so können Räume im Erdgeschoß mit engstehenden starken Tragmauern (Gänge) als Schutzräume eingerichtet werden.

Der Schutzraum muß zu jeder Zeit, auch nachts für alle Bewohner rasch erreichbar sein. Der Grundriß des Schutzraumes ist am besten ein langgestrecktes Rechteck mit einem Ausgang an der einen und einem Notausstieg an der anderen Schmalseite. Bei Verschüttung des Eingangs ist die Räumung des Schutzraumes durch den Notausstieg möglich. Vor dem Eingang liegt die Gas-

schleuse, welche den Zweck hat, einen Eintritt in den Schutzraum zu gestatten, wenn die Außenluft mit chemischen Kampfstoffen durchsetzt ist. Ein Schutzraum darf nicht mehr als fünfzig Menschen aufnehmen. Ein Fassungsraum von etwa zwanzig Menschen ist in Wohnhäusern anzustreben. Die Größe des Schutzraumes für eine bestimmte Insassenzahl ist abhängig von der Art der Belüftung (s. S. 24).

1. Die Decke

Die Schutzraumdecke hat vor allem die Aufgabe, bei einem Einsturz des Hauses die Last der Bautrümmer aufzunehmen. Ein Durchschlagen von Bombensplittern und Einzeltrümmern muß durch die Bauweise der Schutzraumdecke unter allen Umständen verhindert werden. Ebenso dürfen durch die Erschütterungen, welche die Bombeneinschläge und Einstürze begleiten, keine Risse oder Undichtigkeiten in der Decke entstehen. Selbst wenn erhebliche Teile des Gebäudes durch Bombeneinschläge zerstört werden, muß der Schutzraum unversehrt, vor allen Dingen aber gasdicht bleiben. Daher sind Decken, die im wesentlichen aus Hohlsteinen oder ähnlichen Hohlkörpern bestehen, als Schutzraumdecken nicht geeignet, sofern sie nicht eine zusätzliche Sicherung gegen Trümmerdurchschlag in Form von Stahlblechen oder armierten Betonplatten erhalten. Besonders geeignet sind Decken, deren konstruktive Durchbildung Gewähr dafür bietet, daß die von einzelnen Sturzlasten hervorgerufenen Beanspruchungen sich auf ein möglichst großes Deckenfeld verteilen.

Als Belastung der Schutzraumdecke ist eine gleichförmig verteilte Last P anzunehmen, welche folgendermaßen zu bestimmen ist:

$P = P_E + P_D + P_N$ wobei: P_E = Einsturzlast in kg/m²
P_D = Eigengewicht der Schutzraumdecke in kg/m²
P_N = Nutzlast der Schutzraumdecke in kg/m²

Die in Rechnung zu stellende Einsturzlast ist von der Höhe des Gebäudes abhängig, und zwar ist P_E nach den behördlichen Vorschriften:

bei Gebäuden bis zu 2 Geschossen 1500 kg/m²
bei Gebäuden bis zu 4 Geschossen 2000 kg/m²
bei Gebäuden bis zu 6 Geschossen 2500 kg/m²

Diese Lastenannahme genügt für alle Gebäude mit einer Deckennutzlast bis zu 500 kg/m². Haben die Decken des Gebäudes eine Nutzlast zu tragen, die größer ist als 500 kg/m² (z. B. Fabriken), so wird der durchschnittliche Mehrbetrag der mit über 500 kg/m² belasteten Decken zu der Last P zugeschlagen. Liegen schwere Einzellasten (z. B. Maschinen) unmittelbar oder in gefährlicher Nähe über der Schutzraumdecke, so muß bei der Bemessung der Decke die durch diese Einzelsturzlasten zu erwartende Beanspruchung berücksichtigt werden. Da hierdurch erheblich stärkere Abmessungen erforderlich werden, wird man Räume, über denen sich schwere Einzellasten befinden, bei der Wahl des Schutzraumes nach Möglichkeit vermeiden. Gerippebauten, bei denen nur der Einsturz der Ausfachung zu befürchten ist (s. S. 43), erlauben die Annahme geringerer Einsturzlasten, deren Größe jedoch in diesem Falle besonders nachzuweisen ist. Je nachdem, ob es sich um den Neubau eines Schutzraumes oder

um den Einbau eines Schutzraumes in ein bestehendes Gebäude handelt, ergeben sich verschiedene Ausführungen der Schutzraumdecke.

a) Die Schutzraumdecke im Neubau

Eine geeignete Schutzraumdecke ist die Wellblechdecke auf Stahlträgern (Abb. 3 und 4), DRP. angemeldet. Die Fugen zwischen den einzelnen Well-

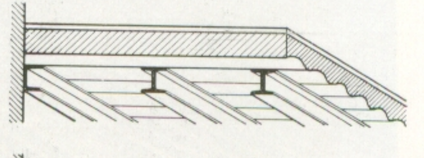


Abb. 4: Schutzraumdecke aus Wellblech, auf Stahlträgern (DRP. angem.).

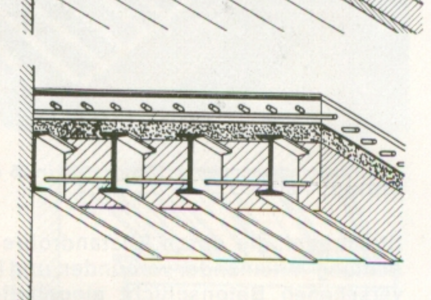


Abb. 5: Schutzraumdecke aus Stahlrohr-Betonbalken (DRP.).

Abb. 6: Schutzraumdecke aus Stahlträgern.

blechen sind gegen das Eindringen von Kampfstoff sorgfältig zu dichten. Das zusammenhängende Stahlwellblech wird den Beanspruchungen durch stürzende Bautrümmer gut widerstehen. Der Betonestrich erhält an der Oberfläche eine besondere Behandlung, die ein Einsaugen chemischer Kampfstoffe verhindert und die Entgiftung erleichtert. Bei entsprechender Bemessung des Wellbleches kann die Decke auch hohe Einsturzlasten aufnehmen.

Ähnliche Leistungen sind mit Decken aus Tonnen- oder Buckelblechen (Abb. 15) zwischen Stahlträgern zu erzielen. Auch hier ist die unbedingte Gasdichte selbst bei Erschütterungen der Decke gewährleistet. Wenn durch fallende oder angeschleuderte Bautrümmer in der Betondruckschicht Risse entstehen, bleibt die Schutzraumdecke gasdicht. Auch Belageisen auf Stahlträgern werden in ähnlicher Bauausführung als Schutzraumdecke verwendet.

Stahlrohr-Betonbalkendecken mit Betonausguß (Abb. 5) wurden vielfach als Schutzraumdecke verwendet. Diese Bauweise ist gas- und wasserdicht und bis zu gewissem Grade auch durchschlagsicher.

Eine besonders tragfähige Bauart der Schutzraumdecke zeigen Abb. 6 und 7. Die Decke besteht aus einer Lage von I-Trägern in etwa 25 cm Abstand, deren Stege durchbohrt sind. Durch diese Bohrungen werden Rundeisen hindurchgesteckt. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Trägern werden mit Beton ausgegossen.

Abb. 7: Schutzraumdecke. Träger I 20 in 25 cm Abstand. Rundeisen, Durchmesser 16 mm. 2500 kg/m² Nutzlast.

Stahlträger, die durch Abstandrohre oder kurze ⊓-Profilstücke in der Querrichtung miteinander verbunden und in einer, mit oberer und unterer Bewehrung versehenen Betonschicht eingebettet sind, ergeben eine Schutzraumdecke für sehr hohe Beanspruchungen (Abb. 8). Da diese Decke erhebliche Spannweiten gestattet, können Stützen gespart werden. Die Decke fand bisher bei Bahnhofsunterführungen und Eisenbahnbrücken Verwendung, also da, wo starke dynamische Beanspruchungen auftreten.

Gegenüber anderen Deckenbauweisen gleicher Tragfähigkeit besitzen Schutzraumdecken aus Stahl den Vorteil geringer Bauhöhe. Außer Stahldecken werden auch Decken aus Eisenbeton und andere Massivdecken als Schutzraumdecken in Neubauten verwendet.

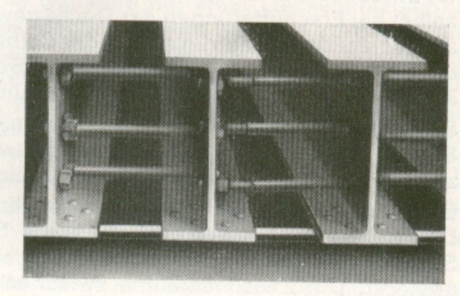


Abb. 8 u. 9: Schutzraumdecke aus Stahl für sehr hohe Beanspruchungen.

b) Die Schutzraumdecke in bestehenden Gebäuden

Die vorhandene Kellerdecke ist in Altgebäuden meist nicht imstande, die Einsturzlasten aufzunehmen. Die vorhandene Decke muß deshalb entweder abgesteift werden, oder es wird eine neue Decke unter der alten Decke eingebaut. Dies letztere ist insbesondere bei Holzbalkendecken und schwachen Massivdecken notwendig, während stärkere Massivdecken auch abgestützt werden können. Dies geschieht zweckmäßig in folgender Weise:

Eng liegende Stahlträger werden unter der Decke eingebaut (Abb. 11). Das Auflager für die Trägerlage wird durch ein eingemauertes Winkeleisen verstärkt. Die Stahlträger sind mit dem Winkeleisen durch Schweißung oder durch Bolzen verbunden. Der Einbau dieser Träger muß mit Vorsicht erfolgen, damit das Auflager der vorhandenen Decke nicht gefährdet wird. Vor allem ist darauf zu achten, daß der Auflagerdruck der Stahlträger auf die vorhandene Mauer — auch bei Berücksichtigung der Trümmerlast — die zulässige Beanspruchung im Mauerwerk nicht überschreitet. Wird diese Spannung rechnungsmäßig überschritten, so muß das Auflager für die Träger durch Beimauern oder durch Einziehen von Stahl-Unterzügen verstärkt werden. Bei größeren Spannweiten ist außerdem die Anordnung von Zwischenunterzügen erforderlich.

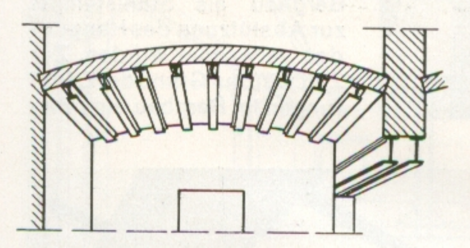


Abb. 10: Abstützung einer gewölbten Kellerdecke mit Stahlträgern.

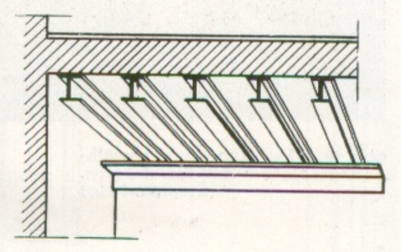
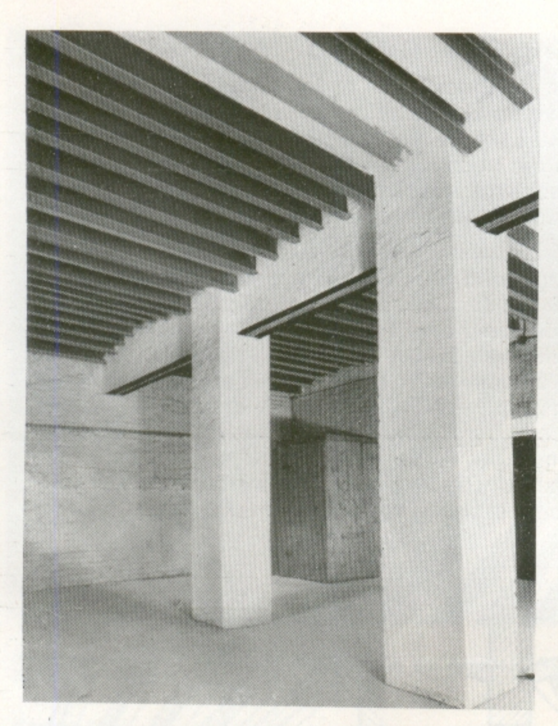


Abb. 11: Absteifung einer ebenen Kellerdecke mittels Stahlträgern.

Zur Bemessung der Stahlträger einer Deckenabstützung dienen Tabellen, welche ein rasches Ablesen des notwendigen Profiles bei gegebener Spannweite und Einsturzlast gestatten. Eingehende Wirtschaftlichkeitsberechnungen haben ergeben, daß Deckenabstützungen, wie die Abb. 13 zeigt, entweder gar nicht, oder nur unwesentlich teurer sind als andere, früher vorgeschlagene Abstützungen. Da der Kellerraum außerdem von Stützen frei bleibt und deshalb in Friedenszeiten anderweitig benutzt werden kann, gilt diese Abstützung mittels Stahlträgern in 25 cm Abstand heute als mustergültig. Dies hat dazu geführt, daß neuerdings von einer Anzahl amtlicher Stellen ausschließlich diese Art der Abstützung gebaut wird und überall der dauerhafte Ausbau dieser Art dem rein behelfsmäßigen Ausbau vorgezogen wird.

Große Spannweiten und erhebliche Belastungen machen die Anordnung von stählernen Stützen unter den Unterzügen erforderlich. Die Stützen ruhen auf eigenen Gründungen. Träger, Unterzüge und Stützen bilden zusammen die Stahlabstützung der Schutzraumdecke.



Es wurde auch vorgeschlagen, die einzelnen genau bezeichneten Teile einer zerlegbaren Stahlabstützung in einem Nebenraum zu lagern, und die Abstützung erst bei Aufruf des Luftschutzes rasch einzubauen. Der Vorschlag erscheint aber nur in Ausnahmefällen anwendbar. Im allgemeinen ist der endgültige Ausbau vorzuziehen.

Für den raschen Ausbau von Kellern zu brauchbaren Schutzräumen dürfte jedoch einer Stütze Bedeutung zukommen, deren Höhe verschieden einstellbar ist. Hierfür eignen sich Stahlstützen der Art, wie sie bisher im Bergbau als Stahlstempel zur Abstützung des Hangenden verwendet wurden. Zur Zeit wird auf Grund der Erfahrungen im Bergbau eine verstellbare Stütze für die Verwendung im Luftschutz ausgearbeitet. Auch für die Tätigkeit des Instandsetzungsdienstes der technischen Nothilfe, dessen Aufgabe darin besteht, beschädigte Gebäude durch Abstützungen vor dem Einsturz zu bewahren, wird eine derartige Stahlstütze von Wert sein.

Abb. 12: Abstützung einer gewölbten Kellerdecke mittels Stahlträgern. (Stephan-Foto)

Neben Abstützungen aus Stahl werden auch Holzabstützungen und der Ausbau in Eisenbeton bei der Ein-

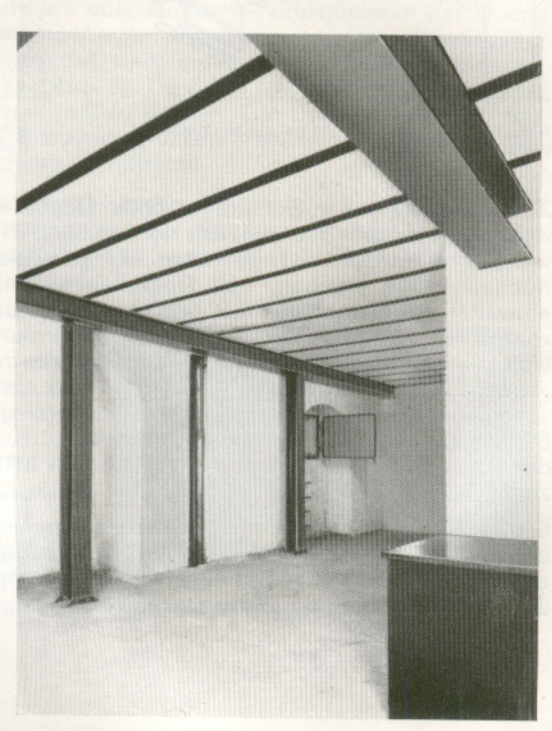


Abb. 13: Abstützung einer ebenen Kellerdecke mit Stahlträgern und Betonplatten. (Stephan-Foto)

richtung von Schutzräumen in Altgebäuden angewendet. Eine Absteifung aus Stahl besitzt jedoch gegenüber Absteifungen aus anderen Baustoffen eine Reihe von Vorteilen, welche ihre Anwendung auch bei einigen Mehrkosten geraten erscheinen läßt

Durch die Sprengbombenwirkungen und den Einsturz von Gebäudemassen werden Kräfte frei, deren Größe, Richtung und Angriffspunkt nicht bekannt sind. Fast immer wird es sich hierbei aber um Kräfte aller Richtungen in rasch wechselnder Größe handeln. Eine Abstützung, die nur senkrechte Kräfte aufzunehmen vermag, ist daher nicht ausreichend, vielmehr muß jede Deckenabsteifung auch gegen die waagerechten Kraftkomponenten gesichert sein. Die ganze Abstützung soll in sich steif sein und ein geschlossenes Rahmenwerk bilden. Dabei kann der Baustoff ohne Gefahr bis zur Streckgrenze ausgenutzt werden.

Derartige durchgebildete Abstützungen der Schutzraumdecke dienen gleichzeitig zur Versteifung des ganzen Schutzraumes. Ein Beispiel hierfür zeigt Abb 14. Angenommen wurde eine Belastung von 6000 kg/m² (sechsstöckige

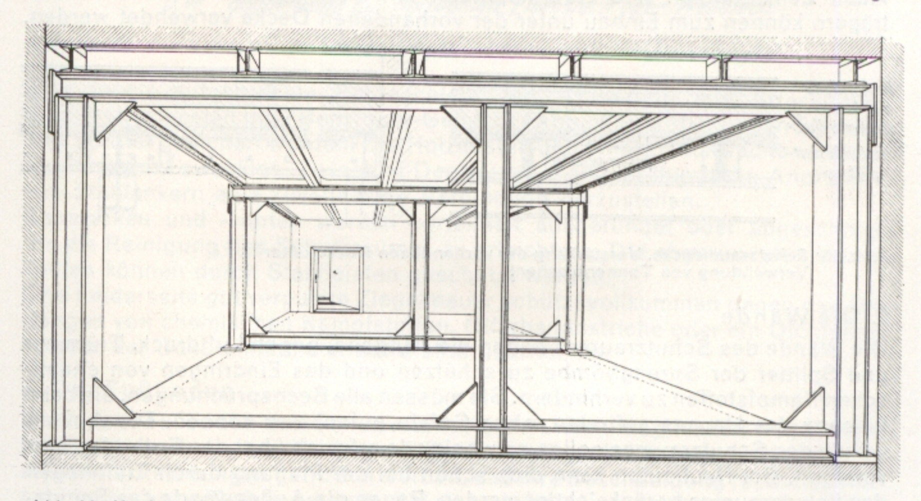


Abb. 14: Hochwertige Stahlabstützung einer Schutzraumdecke bei 6000 kg/m² Nutzlast. Steifer Zusammenhalt des ganzen Schutzraumes.

Fabrik mit schwer belasteten Decken). Die Deckenträger der vorhandenen Decke werden von][Trägern unterfangen, zwischen denen Tonnenbleche liegen. Der Raum zwischen dem Stahlblech und der alten Decke wird mit Beton ausgefüllt. Werden die Tonnenbleche mit den Trägerflanschen durch Schweißen, Schrauben oder Nieten fest verbunden, so bildet die ganze Decke eine starre Scheibe, die für die Übertragung waagerechter Kräfte auf die Unterkonstruktion geeignet ist. Die Träger sind auf drei geschlossenen Steifrahmen aufgelagert. Der untere Riegel der Vollwandrahmen liegt unter dem Fußboden. Zur Versteifung senkrecht zur Rahmenebene dienen bewehrte Betonwände, die zwischen den Endstützen der Rahmen unmittelbar auf den Längswänden angeordnet sind.

Der Einbau einer neuen Schutzraumdecke unter einer vorhandenen Kellerdecke ist bei vielen Deckenkonstruktionen mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft. Insbesondere schaltet die Verwendung von sehr schweren und hohen Deckengliedern hierbei aus, zumal auf die zur Verfügung stehende Raumhöhe Rücksicht genommen werden muß. Besonders schwierig gestaltet sich meist der Einbau der letzten Deckenteile. Aus diesen Gründen ist nur eine sehr beschränkte Zahl von Massivdecken zum nachträglichen Einbau als Schutzraumdecke geeignet.
So kann z. B. die oben dargestellte Wellblechdecke (Abb. 3), DRP. angemeldet oder die Decke aus Tonnenblechen (Abb. 15) zur Verstärkung vorhandener Decken verwendet werden. Die Bleche werden auf den vorher eingebauten Trägern reihenweise verlegt; sodann wird in den zwischen Blechen und Decke verbleibenden Raum Beton eingepumpt oder mit besonderen Stampfern eingestampft. Diese Decken sind auch wegen ihrer Wirtschaftlichkeit beachtenswert. Sie eignen sich zur Verstärkung von Deckenformen und Deckenbauweisen jeder Art.
Auch Zementdielen und Hourdisplatten mit Betonauflage zwischen Stahlträgern können zum Einbau unter der vorhandenen Decke verwendet werden.

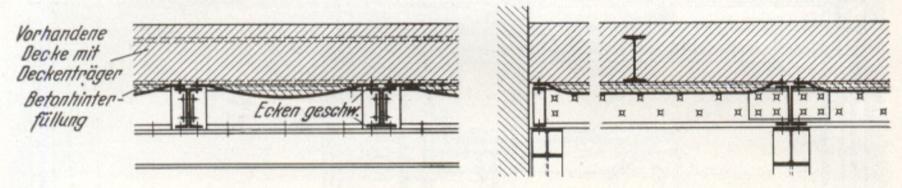


Abb. 15: Schutzraumdecke. Verstärkung der vorhandenen Decke unter Verwendung von Tonnenblechen.

2. Die Wände

Die Wände des Schutzraumes haben die Aufgabe, gegen Luftdruck, Trümmer und Splitter der Sprengbombe zu schützen und das Eindringen von chemischen Kampfstoffen zu verhindern. Sie müssen alle Beanspruchungen, die beim Einsturz des Hauses auftreten, ohne Gefahr aufnehmen können. Die Außenwände des Schutzraumes sollen so wenig wie möglich über den Erdboden hervorragen. Bei Neubauten kann dies schon bei der Planung durch Tieferlegen des Schutzraumes berücksichtigt werden. Ragen die Außenwände des Schutzraumes bei Altgebäuden mehr als einen Meter über die Erdoberfläche hervor (Halbkeller), so können sie durch Erdböschungen einen besonders wirkungsvollen Schutz erhalten. Eine besondere Gefährdung kann dadurch eintreten, daß schwere Sprengbomben mehrere Meter unter der Erde zerknallen und das Gebäude von den Gründungen her gefährden. Daher sollen die Gründungen der Schutzraumwände breiter sein und tiefer reichen als die der übrigen Mauern. Bestimmte Zahlen über die Bemessung dieser Gründungen, die aus der Bombenwirkung zu errechnen wären, können heute noch nicht genannt werden.
Als Mindestwandstärken für die Schutzraumwände sind bei Ausführung in Ziegelmauerwerk 38 cm für die Außenwände und 25 cm für die Innenwände anzunehmen. Bei Neubauten empfiehlt sich die Anordnung dickerer Wände; durch Ausführung des Mauerwerks in verlängertem Zementmörtel oder durch Einlegen von Bandeisen in den Längsfugen kann ein hoher Widerstand gegen Detonation und Luftstoß von Sprengbomben erzielt werden. Wände aus Stahl

werden bei Sonderbauweisen (s. S. 30), insbesondere im industriellen Luftschutz, verwendet. Ein 20 mm starkes Stahlblech entspricht hinsichtlich des Splitterschutzes etwa einer 38 cm starken Ziegelmauer (Abb. 16). Zu schwache Wände in Altgebäuden können durch Hintermauerung oder Anbetonieren verstärkt werden. Außenwände von weniger als 38 cm Stärke können durch

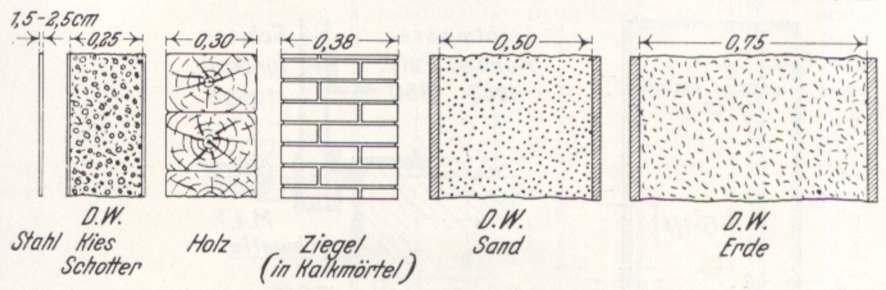


Abb. 16: Für den Splitterschutz erforderliche Wandstärke verschiedener Baustoffe.

eine innen aufgebrachte Betonschicht mit Armierung aus Streckmetall, Rippenstreckmetall oder Benzinger-Geflecht (Abb. 56 und 100) gegen Trümmer und Splitter gesichert werden. Die Holzabstützung einer zu schwachen Schutzraumwand ist zwecklos. Zwischen Decke und Wand ist durch die Anordnung von Stahlankern eine zuverlässige Verbindung herzustellen.
Raumecken und -kanten werden vorteilhaft ausgerundet oder abgeschrägt, um die Reinigung des Schutzraumes zu erleichtern. Die abgerundeten Mauerkanten können durch Stahlleisten geschützt werden.
Eine beiderseits gut verputzte Ziegelmauer schützt vollkommen gegen das Eindringen von chemischen Kampfstoffen. Ölfarbenanstriche oder ein Dichtungsverputz der Schutzrauminnenwand sind überflüssig.

3. Der Fußboden

Unter dem Fußboden des Schutzraumes sollen nach Möglichkeit weder Rohrleitungen noch Luftkanäle liegen. Sind derartige Leitungen vorhanden, so müssen Vorkehrungen getroffen werden, daß ihre Beschädigung für die Schutzsuchenden keine Gefahr darstellt. Bei einer Abstützung der Decke mittels Stahlstützen hat man sich vorher zu vergewissern, daß der die Stütze tragende Fußboden auf tragfähigem Baugrund aufliegt und nicht etwa auf einer Lage Bauschutt oder lockerem Erdreich. Ist kein tragfähiger Boden für die Stützen vorhanden, so müssen eigene Gründungen gemauert oder betoniert werden. Für ausreichende Sperrung gegen Grundfeuchtigkeit ist Sorge zu tragen.

4. Die Öffnungen in der Schutzraumwand

Alle Öffnungen in der Schutzraumwand müssen sicher und dicht gegen das Eindringen von Kampfstoff und das Hereinschlagen von Splittern und Trümmern verschlossen werden können. Auf dem Gebiete der Schutzraumabschlüsse ist im bautechnischen Luftschutz bisher die meiste Vorarbeit geleistet worden. Es gibt hier bereits eine große Zahl von fabrikmäßigen Erzeugnissen von der einfachsten Ausführung — die doch ausreichende Sicherheit bietet — bis zu Erzeugnissen, die den höchsten Anforderungen genügen.

a) Die Schutzraumtüren

Jeder Schutzraum soll nach Möglichkeit nur zwei Türen besitzen, und zwar die beiden Türen der Gasschleuse. Man unterscheidet Außentüren und Innentüren, je nach der Lage im Hause. Innentüren (Abb. 17) müssen gasdicht schließen, dem Luftdruck widerstehen und gegen einstürzende und ange-

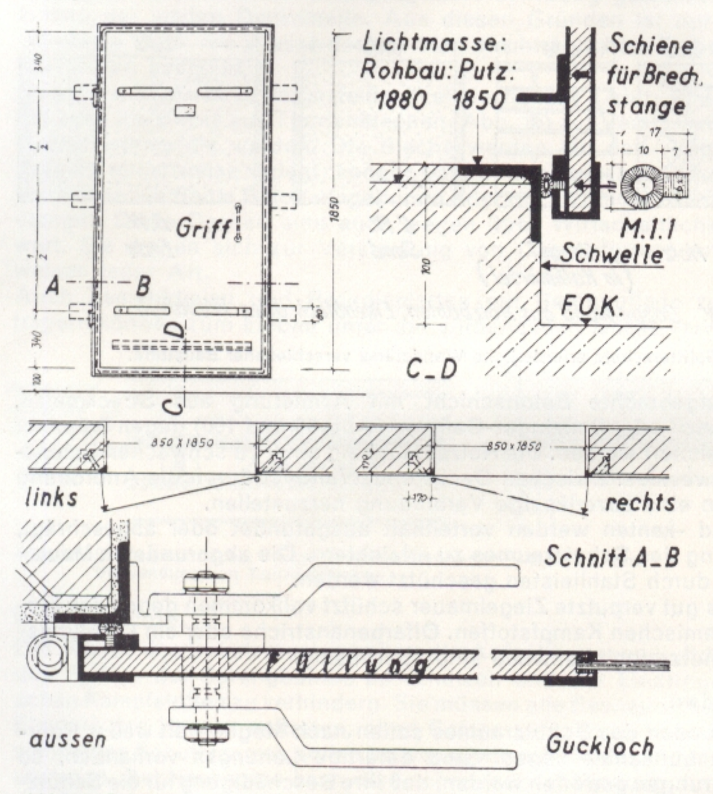


Abb. 17: Schutzraumtür aus Stahl mit Einheitsdichtung.

schleuderte Bautrümmer Widerstand leisten. Außentüren (Abb. 18) müssen außerdem gegen Bombensplitter schützen. Zur einwandfreien Feststellung, ob die verschiedenen Türkonstruktionen diesen Anforderungen entsprechen, hat das Reichsluftfahrtministerium eine Prüfungsordnung für die Untersuchung der Türen auf Dichtigkeit, Verhalten gegen mechanische Beanspruchung, sowie Brauchbarkeit der Verschlüsse und Dichtungsstoffe herausgegeben. Nur Türen, welche diese Prüfung erfolgreich bestanden haben, dürfen im Handel als „amtlich geprüft" bezeichnet werden. Es empfiehlt sich, nur solche „amtlich geprüften" Türen zu verwenden.

Die Abmessungen sind etwa 0,75 × 1,80 m oder 0,90 × 1,90 m und ausnahmsweise auch 0,85 × 1,85 m. Die Tür des Schutzraumes soll nach außen aufschlagen, um bei einer ernsten Beschädigung des Schutzraumes eine rasche Entleerung zu ermöglichen.

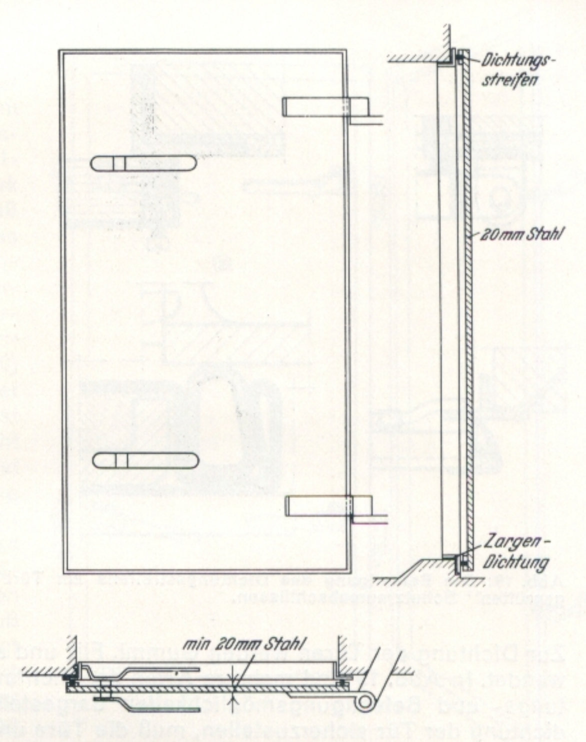


Abb. 18: Gas- und splittersichere Schutzraumtür (Außentür).

Ungeschützt liegende Außentüren müssen aus Stahl sein. Bei Innentüren kann das Türblatt aus Stahlblech oder anderen Baustoffen bestehen. Die Tür darf nicht in den Falz schlagen, da andernfalls bei Verschiebungen der Mauer oder bei Erschütterungen ein Verklemmen des Türblattes das Öffnen behindert. Da Innentüren (Abb. 17) nur gegen Stoß und Schlag einstürzender und fortgeschleuderter Bautrümmer Widerstand leisten und eine gewisse Steifigkeit aufweisen sollen, genügt bei der Ausführung in Stahl ein Türblatt, welches aus einem Stahlblech von wenigen Millimetern Stärke mit umgebördeltem Rand oder aus zwei Stahlblechen mit einer Füllung besteht. Das Türblatt der ungeschützten Außentür (Abb. 18), welches splittersicher sein muß, ist dagegen aus 20 mm dickem Stahl von normaler Güte oder aus 15 mm dickem hochwertigem Stahl gefertigt. Auch Türblätter aus zwei oder mehreren Stahlplatten mit Zwischenfüllung finden Verwendung. Die Stahlzarge und die Stahlbänder der Tür müssen stark genug sein, um dem Luftdruck zerknallender Sprengbomben widerstehen zu können. Wenn vor der Tür liegende Schutt- oder Trümmermassen das Öffnen der Tür verhindern, muß das Türblatt von innen her mittels einer Brechstange aus den Angeln gehoben werden können. Zu diesem Zweck ist an der Innenseite der Tür kurz über dem Boden ein Winkeleisen oder dgl. als Ansatzleiste für die Brechstange anzubringen (Abb. 17). Das Türblatt hat ein Guckloch, welches mit nicht splitterndem Glas verschlossen ist.

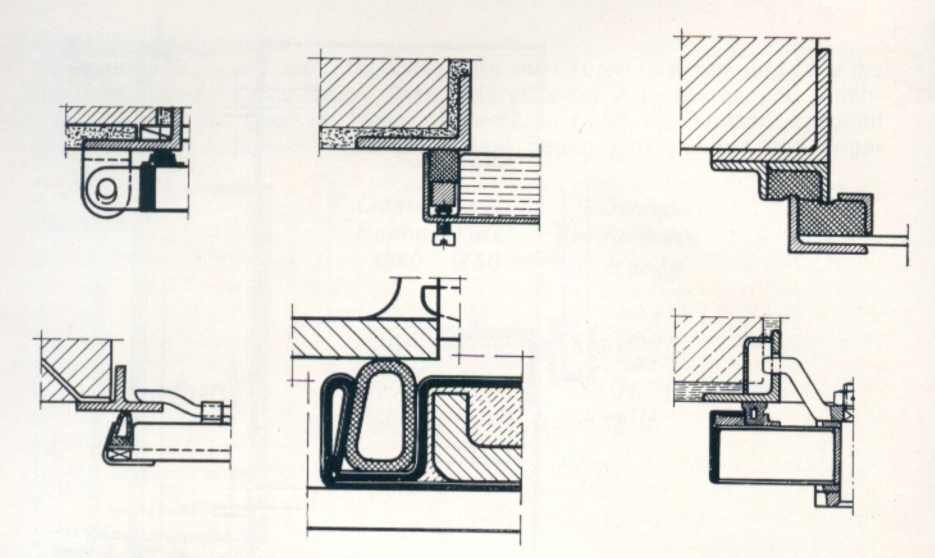


Abb. 19: Die Befestigung des Dichtungsstreifens am Türblatt bei verschiedenen „amtlich geprüften" Schutzraumabschlüssen.

Zur Dichtung der Türen werden Gummi, Filz und andere Dichtungsmittel verwendet. In Abb. 19 sind mehrere Arten der Dichtung mit verschiedenen Dichtungs- und Befestigungsmöglichkeiten dargestellt. Um eine allseitige Abdichtung der Tür sicherzustellen, muß die Türe unten gegen eine mindestens 10 cm hohe Schwelle und oben gegen einen mindestens 10 cm unter der Deckenunterkante vorspringenden Sturz schlagen. Die Abdichtung erfolgt in jedem Falle zwischen Türblatt und Türzarge bzw. Türrahmen, nicht etwa zwischen Türblatt und Mauerwerk. Sie muß einem einseitigen Überdruck von i. M. 25 mm W.-S. standhalten. Da ein derartiger Überdruck bei Außentüren nur selten, bei Innentüren niemals auftritt, erscheint diese Sicherung völlig ausreichend. Das Dichtungsmittel muß leicht beschaffbar sein. Verwickelte Sonderquerschnitte sind abzulehnen. Der Dichtungsstreifen ist am besten ein einfacher Gummischlauch (Abb. 19), welcher im Bedarfsfalle in jedem einschlägigen Geschäft wieder beschafft werden kann. Am zweckmäßigsten wird ein endloser Streifen des Dichtungsstoffes in der Zarge oder im Türblatt in eine Nut eingelegt. Das Einlegen muß in höchstens 10 Min. durch ungeschulte Leute bewerkstelligt werden können.

Die Dichtungsstoffe müssen so behandelt werden, daß sie ihre Dichtungsfähigkeit möglichst lange behalten. Filz muß gegen Mottenfraß, Gummi gegen Berührung mit Ölen, Fetten oder Säuren geschützt werden. So ist z. B. darauf zu achten, daß die Dichtungsstreifen nicht gestrichen werden, da Anstrichfarbe Gummi erhärten und brüchig werden läßt.

Während der Nichtbenutzung des Schutzraumes werden die Dichtungsstreifen zweckmäßig in luftdicht schließenden Kästen an einem kühlen Ort aufbewahrt. Daher sind festsitzende, z. B. angeschraubte Dichtungsstreifen weniger geeignet, da sie auch in Zeiten der Nichtbenutzung des Schutzraumes der Beschädigung und den Witterungseinflüssen ausgesetzt sind.

Besondere Sorgfalt ist auf den gasdichten Einbau der Türzargezu legen. Zu diesem Zweck werden Dichtungswickel zwischen die Stahlzarge und das Mauerwerk gelegt. Durch den Verschluß der Tür muß ein allseitiges festes Anpressen des Dichtungsstreifens erzielt werden. Es ist deshalb ein mehrfacher — zwei- bis sechsfacher — (Abb. 18 und 20) Verschluß notwendig. Der Verschluß soll möglichst einfach gebaut und leicht zu handhaben sein. Selbst wenn durch Zerknallwirkung oder Trümmersturz die Tür geringfügig verformt wird oder einzelne Abschlußglieder verbogen werden oder sich verklemmen, muß der Verschluß noch betätigt werden können. Es gibt eine große Zahl verschiedener Ausführungsarten, bei denen die das Türblatt andrückenden Riegel mittels Hebel, zentralen Stangen oder Handrädern angetrieben werden. Eine Kraft von 20 kg, die senkrecht zum Hebelende oder tangential zum Handrad angreift, muß jeden Verschluß öffnen können. Alle Verschlüsse müssen durch Stopfbüchsen gasdicht gemacht sein und sich immer von beiden Seiten betätigen lassen. Über die Bewertung des Verschlusses hinsichtlich Zuverlässigkeit und Einfachheit der Handhabung, sollte man sich stets durch Einsichtnahme in das Prüfungszeugnis unterrichten. Verwickelte Verschlüsse sind abzulehnen.

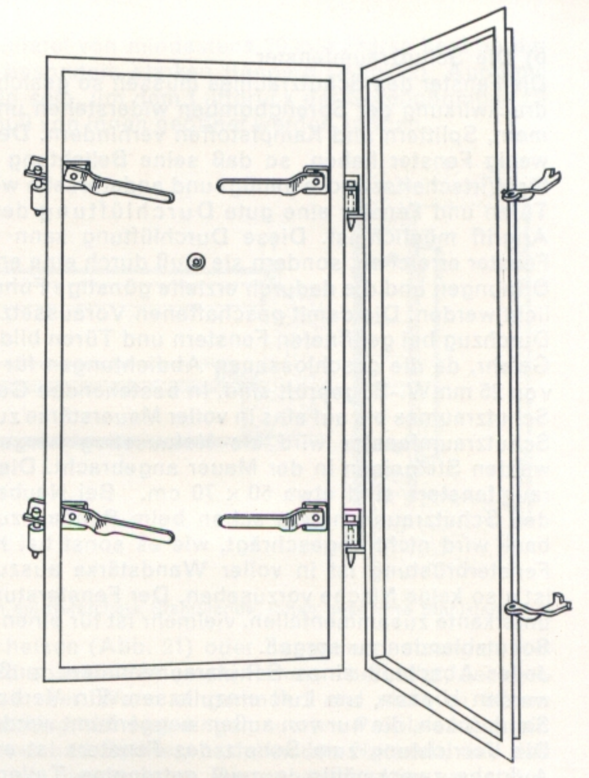


Abb. 20: Schutzraumtür aus Stahl. Die Tür ist rechts und links verwendbar. Der Hebelverschluß bewirkt gleichzeitig die Trennung des Türblattes von der Zarge (DRP. angem.).

Der gasdichte Verschluß darf nur im Ernst- oder Alarmfall in Gebrauch genommen werden. Daher muß jede Schutzraumtür neben dem gasdichten Verschluß auch Klinke und Schloß oder Vorhängeschloß für die Verwendung im Frieden besitzen.

Schutzraumtüren aus Stahl sind heute entweder gar nicht oder nur unwesentlich teurer als Schutzraumtüren aus anderen Baustoffen, die den amtlich festgelegten Forderungen entsprechen. Es werden auch Schutzraumtüren aus Holz, Sperrholz oder Bauplatten verwendet, die mit eigenen stählernen Verschlüssen ausgestattet werden. Eine Reihe von Firmen stellt derartige Stahlverschlüsse und Stahlprofile zur Aufnahme des Dichtungsstreifens her, welche an jedem Türblatt befestigt werden können. Man verlange auch hier stets das amtliche Prüfungszeugnis.

b) Die Schutzraumfenster

Die Fenster des Schutzraumes müssen so gesichert werden, daß sie der Luftdruckwirkung der Sprengbomben widerstehen und das Eindringen von Trümmern, Splittern und Kampfstoffen verhindern. Der Schutzraum soll möglichst wenig Fenster haben, so daß seine Belichtung und Belüftung gerade noch für Wirtschaftszwecke genügt und andererseits wieder mit Hilfe der geöffneten Türen und Fenster eine gute Durchlüftung des Schutzraumes nach einem Angriff möglich ist. Diese Durchlüftung kann man nicht durch zahlreiche Fenster erreichen, sondern sie muß durch eine entsprechende Anordnung der Öffnungen und die dadurch erzielte günstige Führung des Luftstromes ermöglicht werden. Die damit geschaffenen Voraussetzungen für das Entstehen von Durchzug bei geöffneten Fenstern und Türen bilden im Ernstfalle niemals eine Gefahr, da die geschlossenen Abdichtungen für einen einseitigen Überdruck von 25 mmW.-S. geprüft sind. In bestehenden Gebäuden sind die Fenster des Schutzraumes bis auf eins in voller Mauerstärke zuzumauern. Das verbleibende Schutzraumfenster wird als Notausstieg hergerichtet. Zu diesem Zwecke werden Steigeisen in der Mauer angebracht. Die Abmessungen des Schutzraumfensters sind etwa 50 × 70 cm. Bei Neubauten ist der spätere Einbau des Schutzraumfensters schon beim Rohbau zu berücksichtigen. Die Sohlbank wird nicht abgeschrägt, wie es sonst bei Kellerfenstern üblich ist. Die Fensterbrüstung ist in voller Wandstärke auszuführen, unter den Fenstern ist also keine Nische vorzusehen. Der Fenstersturz darf nicht mit der Deckenunterkante zusammenfallen, vielmehr ist für einen allseitig guten Anschlag der Schutzblenden zu sorgen.

Jeder Abschluß eines Schutzraumfensters muß im Notfalle rasch geöffnet werden können, um Luft einzulassen. Ein Verbauen der Fensteröffnung mit Sandsäcken, die nur von außen weggeräumt werden können, ist unzulässig.

Die Vorrichtung zum Schutz des Fensters ist entsprechend ihrer doppelten Aufgabe zweckmäßig in zwei getrennten Teilen auszuführen, den äußeren Trümmer- und Splitterschutz und die innenliegende Kampfstoffdichtung (Abb. 21). Eine Vereinigung dieser beiden Teile in einer Blende ist nicht ratsam, da diese von auftreffenden Bautrümmern verbeult werden kann und dann nicht mehr gasdicht ist. Splitterschutz kann auf zweierlei Art erreicht werden:

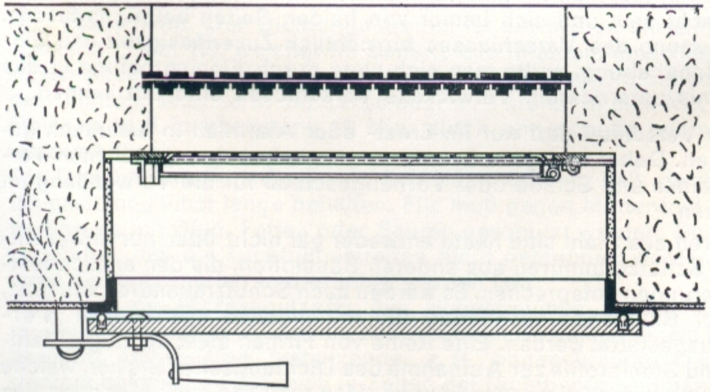


Abb. 21: Schutzraumfenster. Ein eingemauertes Flachgitter (DRP.) bildet den Splitterschutz. Innen gasdichte Klappe.

1. Eine Blende aus einer Stahltafel von mindestens 20 mm Stärke liegt an der Außenseite der Wand in besonders starken Bändern (Abb. 22). Auch die Verschlüsse müssen kräftig sein, um dem Luftdruck der Sprengbomben zu widerstehen. Die Blende muß von innen geöffnet werden können.

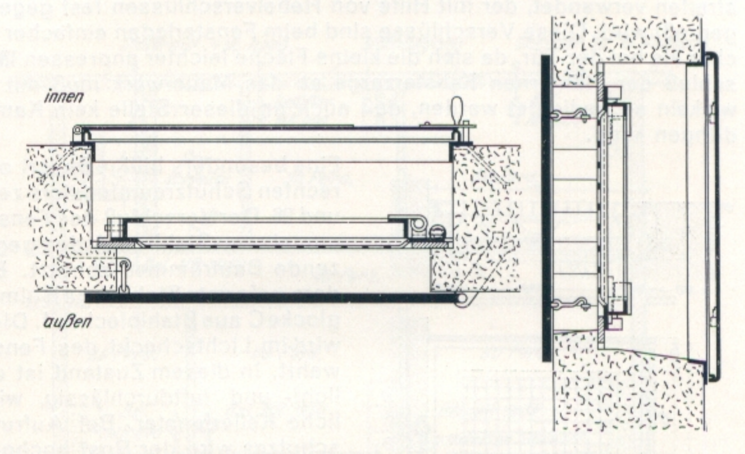


Abb. 22: Schutzraumfenster. Außen splittersichere Stahlblende, innen gasdichte Stahlklappe.

2. Gekreuzte Lagen von Flacheisen (Abb. 21) oder Zusammensetzungen von Stahlprofilen (Abb. 23) sind entweder in einem Rahmen befestigt, der sich öffnen läßt, oder sie sind in der Wand eingemauert und nicht zu öffnen (DRP.). Der letztere Vorschlag der fest eingemauerten Profileisen ist ein guter Schutz gegen Trümmer und Splitter, hat aber den Nachteil, daß das Fenster nicht als Notausstieg dienen kann. Die gegeneinander versetzten Profileisen lassen genügend Luft und Licht durch, so daß der Schutzraum auch als Wirtschaftskeller benutzbar ist.

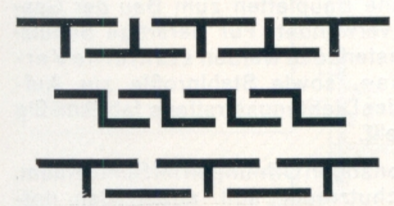


Abb. 23: Verschiedene Zusammensetzungen von Profileisen für den Splitterschutz des Schutzraumfensters (DRP.).

Die Frage der Splittersicherung kann noch nicht als wissenschaftlich geklärt angesehen werden. Vielmehr gründet sich die Bauart der heute fabrikmäßig hergestellten Blenden auf Kriegserfahrung und Überlegungen.

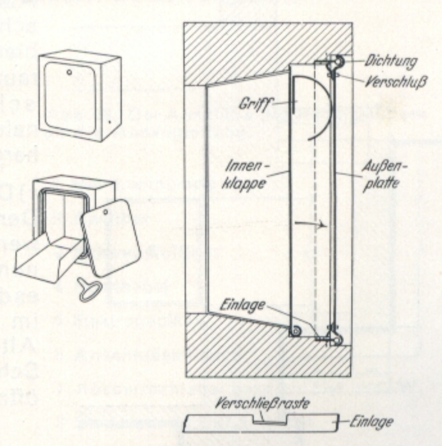
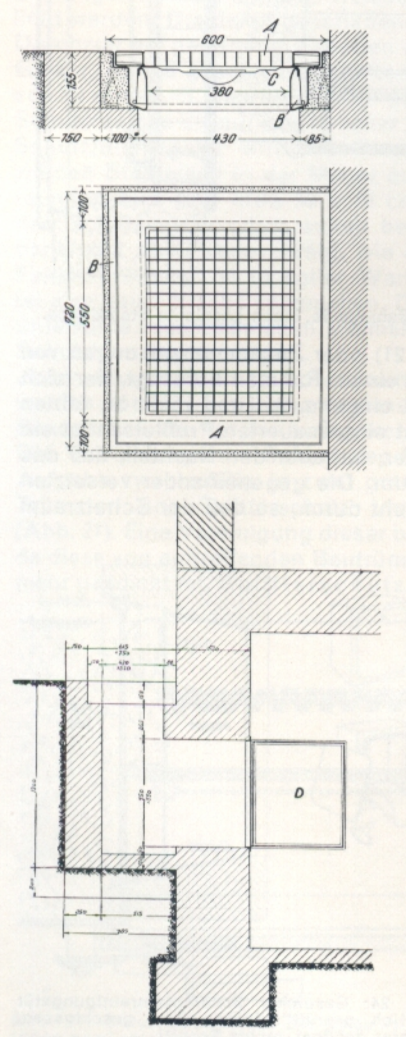


Abb. 24: Gasdichte Schornsteinreinigungstür „amtlich geprüft". Links oben geschlossen, darunter geöffnet, rechts Schnitt.

Der Aufbau der inneren Tafel entspricht dem Bau einer gasdichten Tür (s. S.16). Sie besteht aus einer wesentlich schwächeren Stahlblechtafel als der äußere Splitterschutz oder auch aus anderen Baustoffen und hängt in kräftigen Stahlbändern (Abb. 22). Zur Dichtung wird ebenso wie bei der Tür meist ein Gummistreifen verwendet, der mit Hilfe von Hebelverschlüssen fest gegen die Zarge gepreßt wird. Diese Verschlüsse sind beim Fensterladen einfacher und schwächer als bei der Tür, da sich die kleine Fläche leichter anpressen läßt. Der Anschluß der stählernen Fensterzarge an das Mauerwerk muß mit Dichtungswickeln so gedichtet werden, daß auch an dieser Stelle kein Kampfstoff eindringen kann.



Eine besonders billige Bauart eines waagerechten Schutzraumfensters zeigen Abb. 25 und 26. Der Verschluß des Fensters besteht aus einem Stahlrost A, der gegen einstürzende Bautrümmer schützt. Eine besonders geformte Stahlzarge B nimmt die Gasglocke C aus Stahlblech auf. Die Gasglocke wird im Lichtschacht des Fensters aufbewahrt. In diesem Zustand ist das Fenster licht- und luftdurchlässig, wie jedes übliche Kellerfenster. Bei Aufruf des Luftschutzes wird der Rost hochgehoben, die Gasglocke eingelegt und der Rost wieder niedergelegt. Der gasdichte Verschluß wird durch Wasser erzielt. Eine besondere Sicherung gegen Splitter ist in diesem Falle nicht erforderlich, da erfahrungsgemäß waagerechte Flächen in der Höhe des Erdbodens durch Splitter nicht gefährdet sind.

Außer Stahl werden auch Holz und verschiedene Bauplatten zum Bau der Gasblende verwendet. Für derartige Schutzraumfensterläden werden stählerne Verschlüsse, sowie Stahlprofile zur Aufnahme des Dichtungsstreifens fabrikmäßig hergestellt.

c) Die sonstigen Öffnungen im Schutzraum. Der Schutzraum soll außer den notwendigen Türen und Fenstern keine Öffnungen besitzen. In Neubauten wird man es deshalb vermeiden, Kamine, Rohre usw. im Schutzraum anzuordnen. Sind in Altgebäuden solche Öffnungen in der Schutzraumwand, wie z. B. die Putzöffnungen der Schornsteine vorhanden,

Abb. 25 und 26: Gas- und trümmersichere Kellerschachtabdeckung zur Sicherung von Kellerfenstern. (DRP. angemeldet.)

so müssen sie mit luftdichten Klappen verschlossen werden. Der Bau dieser Gasklappen gleicht dem der anderen Schutzraumabschlüsse (Abb. 24). Ein Splitterschutz ist nicht erforderlich, doch soll die Klappe gegen stürzende Bautrümmer einen gewissen Schutz bieten. Durchgangsstellen von Rohren müssen

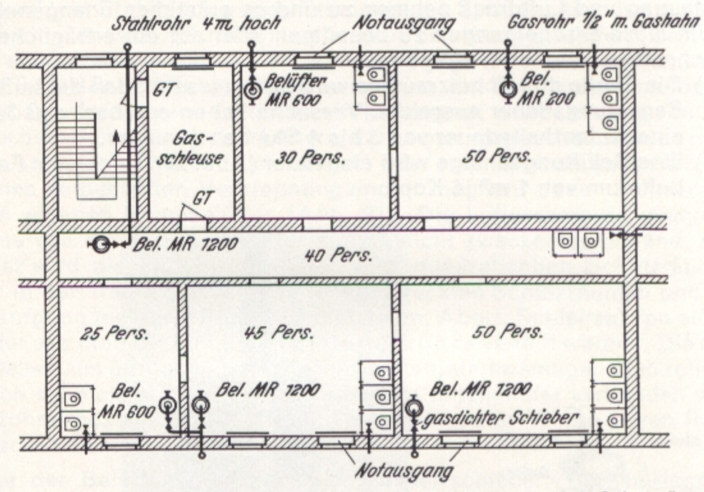


Abb. 27: Kellergrundriß eines Wohnhauses. Belüftung der Schutzräume G. T. gasdichte Tür, M. R. Raumbelüfter. Jeder Schutzraum hat einen Belüfter mit eigener Ansaugleitung.

abgedichtet werden. Andernfalls könnte beim Zerknall von Sprengbomben durch Erschütterung des Rohres die Durchgangsstelle undicht werden und Kampfstoff eindringen. Alle Rohre müssen vor ihrem Eintritt in den Schutzraum absperrbar sein, um bei der Vorwarnung entleert werden zu können.

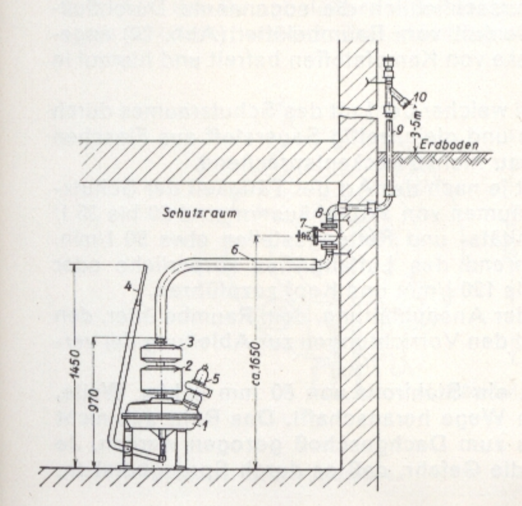


Abb. 28: Der Anschluß des Raumbelüfters an die Ansaugleitung.

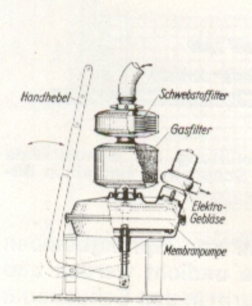
1 Membranpumpe
2 Gasfilter
3 Schwebstoffilter
4 Handhebel
5 Elektrogebläse
6 Anschlußschlauch
7 Absperrschieber gasdicht 57,5 mm l. W.
8 Siederohr 63,5/57,5 mm ∅
9 Gußrohr 50 mm ∅
10 Drahtsieb

5. Die Belüftung

Verbringen eine Anzahl Menschen einige Zeit in einem Raume, der von der Außenluft dicht abgeschlossen ist, so finden in der Innenluft dieses Raumes folgende Veränderungen statt, die nach einiger Zeit Beschwerden verursachen: Der Sauerstoffgehalt fällt, der Kohlensäuregehalt steigt, Feuchtigkeit, Wärmestauung und Luftdruck nehmen zu und es entstehen unangenehme Gerüche. Um diese Erscheinungen zu beseitigen oder auf ein erträgliches Maß zu beschränken, sind zwei Wege möglich:

a) Die Größe des Schutzraumes wird so bemessen, daß die Luft für die ganze Benutzungsdauer ausreicht. Versuche haben ergeben, daß **3 m³** je Kopf für eine Aufenthaltsdauer von 3 bis 4 Stunden genügen.

b) Eine Belüftungsanlage wird eingebaut (Abb. 28). In diesem Falle genügt ein Luftraum von **1 m³** je Kopf.



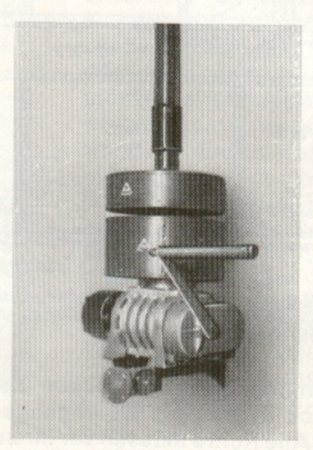


Abb. 29 u. 30: Schutzraumbelüfter.

Im zivilen Luftschutz wird heute ausschließlich die sogenannte Durchflußlüftung verwendet, bei der die Außenluft vom Raumbelüfter (Abb. 29) angesaugt, im Filter wie in einer Gasmaske von Kampfstoffen befreit und hierauf in den Schutzraum gedrückt wird.

Die sogenannte Kreislauflüftung, bei welcher der Luft des Schutzraumes durch Kalipatronen Kohlensäure entzogen und gleichzeitig Sauerstoff aus Flaschen zugesetzt wird, ist im Schutzraumbau nicht zweckentsprechend.

Die zuzuführende Luftmenge ist je nach der Art der Tätigkeit der Schutzsuchenden verschieden. In Schutzräumen von Wohnhäusern sind 20 bis 35 l/min und Kopf erforderlich, bei Sanitäts- und Rettungsstellen etwa 50 l/min. Müssen die Schutzsuchenden während des Luftangriffes körperliche oder geistige Arbeit leisten, so sind 50 bis 120 l/min und Kopf zuzuführen.

Eine Belüftungsanlage besteht aus der Ansaugleitung, dem Raumbelüfter, den Rohrleitungen zur Luftverteilung und den Vorrichtungen zur Ableitung der verbrauchten Luft.

Die Ansaugleitung (Abb. 28) ist ein Stahlrohr von 80 mm lichter Weite, welches die Luft auf dem kürzesten Wege heranschafft. Das Rohr soll nicht sehr hoch, auf keinen Fall aber bis zum Dachgeschoß gezogen werden. Je länger das Rohr, um so größer ist die Gefahr, daß es durch Sprengbomben,

Splitter oder Trümmer beschädigt wird. Ein vorhandener Kamin darf nicht zum Ansaugen der Luft benutzt werden. Rohre aus Ton oder Gußeisen können leicht zerschlagen und durch Bautrümmer verstopft werden; Holzkanäle oder Rohre aus dünnem Blech unterliegen der Gefahr, eingedrückt zu werden und auf diese Weise die Luftzufuhr zu sperren. Der Saugkopf erhält ein Staubfilter und kann durch ein Stahlblech gegen Trümmer und Splitter geschützt werden. Der Raumbelüfter (Abb. 29 und 30) besteht aus den Kampfstoffiltern, dem Gebläse und der Antriebsvorrichtung. Es ist beabsichtigt, die Raumbelüfter, sowie die übrigen Teile der Belüftungsanlage zu normen. Ein Schutzraum mit fünfzig Mann Belegung erfordert eine Luftfördereinrichtung mit einer Leistung von 1200 l/min. Außer dem Handantrieb des Lüfters, der immer vorgesehen werden muß, ist auch der Antrieb durch einen Elektromotor oder einen kleinen, außerhalb des Schutzraumes aufgestellten Verbrennungsmotor möglich. Jeder Schutzraum erhält einen eigenen Raumbelüfter (Abb. 27). Die Luftversorgung mehrerer Schutzräume von einem Großbelüfter aus ist nicht zweckentsprechend. Aus dem Belüfter wird die Luft bei kleineren und quadratischen Schutzräumen unmittelbar in den Raum geblasen. In langgestreckten Schutzräumen und bei der Luftversorgung mehrerer Räume (Schutzraum, Abort, Schleuse) von einem Raumbelüfter aus muß die Luft durch Leitungsrohre verteilt werden. Die Leitungen bestehen aus gezogenen oder geschweißten, starkwandigen Stahlrohren, welche durch schmale aufgeschweißte Flansche miteinander verbunden werden. Alle Rohre müssen außen und innen in geeigneter Weise gegen Rostbildung geschützt sein.

Zubehörteile der Belüftungsanlagen wie Absperrschieber, Drosselklappen, Luftmengenmesser, Druckmesser und Rosettenschieber können weitgehend aus Stahl hergestellt werden.

Durch die künstliche Belüftung soll im Schutzraum ein Überdruck erreicht werden. Dieser Überdruck trägt wesentlich zur Sicherung gegen das Eindringen von Kampfstoffen bei. Selbst bei Schutzräumen, deren Wände und Decken nicht völlig gasdicht sind — wenn z. B. durch benachbarten Sprengbombenzerknall feine Risse in der Wand und Decke entstehen —, kann durch den mit Hilfe des Raumbelüfters erzielten Überdruck das Eindringen von Gas wirksam verhindert werden. Zur Ableitung der überschüssigen Luft dienen Über-

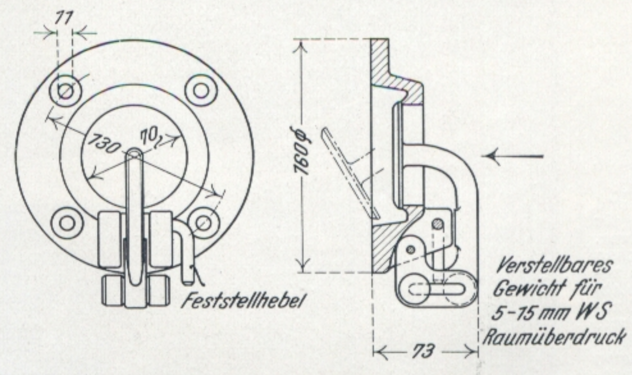


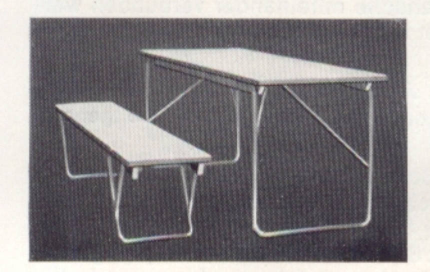
Abb. 31: Überdruckklappe.

druckventile oder Überdruckklappen (Abb. 31) in der Schutzraumtür oder der Schutzraumwand. Man wird bestrebt sein, den Strom der Abluft vom Schutzraum durch die Gasschleuse zum Ausgang zu leiten.

Nach dem Luftangriff muß der Schutzraum durchlüftet werden. Durch weites Öffnen der Türen und Fenster ist ein kräftiger Luftzug zu erzeugen, der die verbrauchte Luft entfernt. Ist ein Raumbelüfter vorhanden, so kann er gegebenenfalls zur Beschleunigung der Lufterneuerung herangezogen werden. Bei größeren Anlagen werden neben dem Raumbelüfter noch besondere Lüfter für die Durchlüftung eingebaut.

6. Die Einrichtung des Schutzraumes und der Gasschleuse.

Die Einrichtung des Schutzraumes besteht aus Sitzgelegenheiten für alle Schutzsuchenden, Liegestellen (Abb. 32 u. 33) für Schwache und Kranke, sowie einigen Tischen. Die Einrichtungsgegenstände werden aus Holz und Stahl hergestellt. Um auch in Friedenszeiten als Vorratsraum oder dgl. benutzbar zu sein, soll der Schutzraum nicht durch Bänke verstellt werden. Die Stühle, Bänke, Tische und Liegestellen werden in einem anderen Raume aufbewahrt. Darum sind besonders bei größeren Schutzraumanlagen in Büro- und Geschäftshäusern solche Stahlmöbel zu empfehlen, die zusammengeklappt oder ineinandergeschoben werden können und daher bei der Stapelung auch in großer Anzahl nur wenig Platz einnehmen. Die Bänke im Schutzraum lassen sich auch hochklappbar einrichten. Ferner kann man auch die für Wirtschaftszwecke notwendigen Schränke und Regale so bauen, daß sie beim Aufruf des Luftschutzes auseinandergenommen und in Bänke umgewandelt werden können.



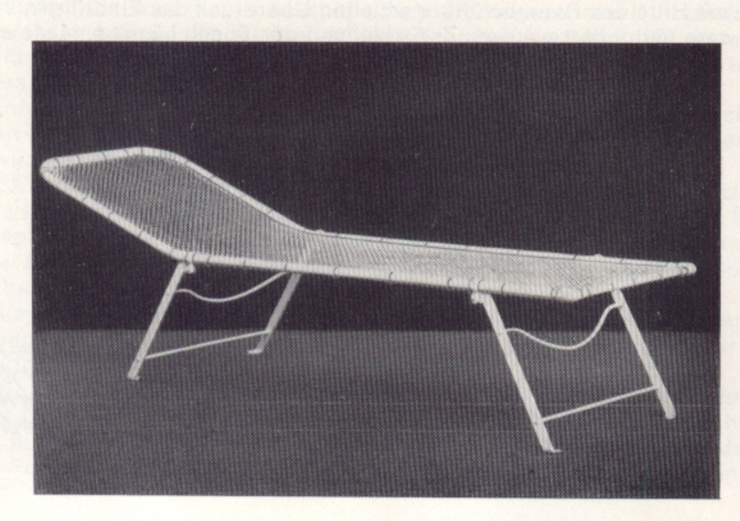


Abb. 32 u. 33: Bank, Tisch und Liegestelle für Schutzräume. In manchen Fällen sind zusammenschiebbare und zusammenlegbare Stahlmöbel in Schutzräumen empfehlenswert.

Abb. 34: Das Innere eines Schutzraumes für einen Sanitätstrupp.

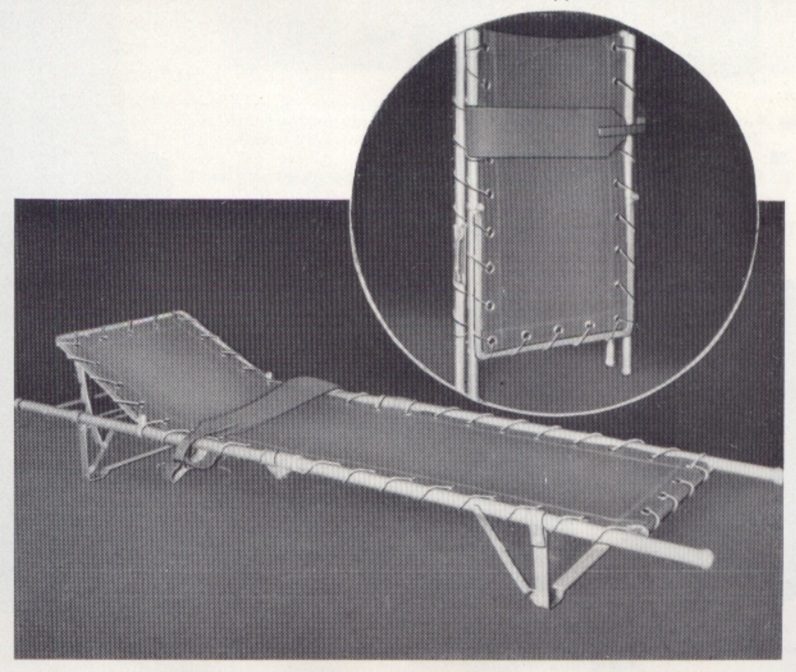


Abb. 35: Luftschutz-Tragbare aus Stahlrohr.

Jeder Schutzraum erhält ein Wandbrett mit den Gegenständen des Schutzraumbedarfes (Abb. 3), sowie ein Werkzeugbrett mit den Werkzeugen zur Befreiung bei Verschüttung des Ausganges. Eine Heizung des Schutzraumes ist nicht erforderlich. In den meisten Fällen wird es sich im Gegenteil sogar darum handeln, die durch die Menschenansammlung entstehende Wärmestauung zu beseitigen. Zur Beleuchtung des Schutzraumes dienen elektrische Lampen, welche vom Leitungsnetz unabhängig sind (Abb. 36), denn es ist damit zu rechnen, daß während eines Luftangriffes der Strom zentral ausgeschaltet oder das Leitungsnetz durch Sprengbomben zerstört wird.

Jeder Schutzraum muß einen Notabort (Abb. 37 u. 38) erhalten. Im allgemeinen ist ein Abort für je 20 Menschen, bei größeren Anlagen für je 30 Menschen vorzusehen. Ein Anschluß des Abortes an die Kanalleitung ist nicht angezeigt, weil sonst Rohrbrüche und eindringender Kampfstoff die Schutzsuchenden gefährden könnten. Der Notabort des Schutzraumes ist daher immer ein Trockenabort. Bei größeren Anlagen erhält auch die Gasschleuse einen eigenen Trockenabort. Der Abortraum muß besonders gut belüftet werden.



Abb. 36: Lampen für die Schutzraumbeleuchtung.

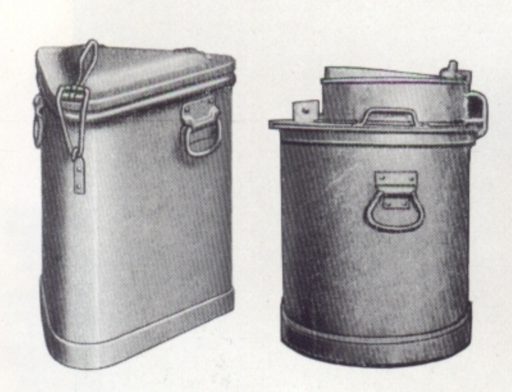


Abb. 37: Trockenaborte für den Schutzraum.

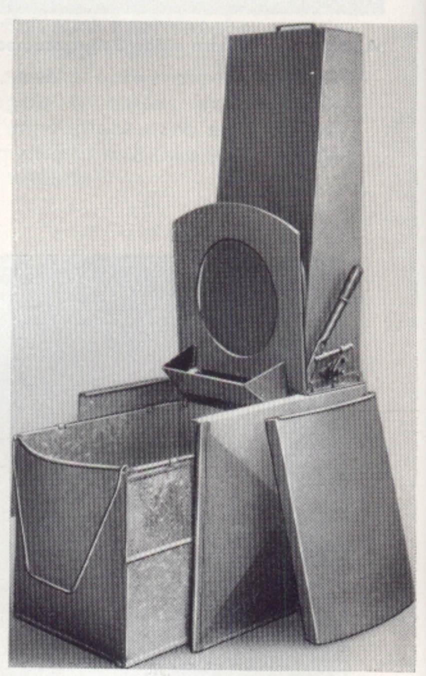


Abb. 38: Schutzraum-Notabort.

Die Innenwände des Schutzraumes erhalten einen hellen, freundlichen Anstrich. Große Aufschriften und grellfarbene Plakate, die dauernd auf den Zweck des Raumes hinweisen, sind im Schutzraum des Wohnhauses nicht am Platze; vielmehr soll die Ausstattung des Schutzraumes einen beruhigenden Einfluß auf die Schutzsuchenden ausüben. Kleine Blechtafeln an den Wänden geben die Raumgröße und Belegungsstärke sowie Verhaltungsmaßregeln während des Luftangriffes an. Auch der Weg zum Schutzraum ist durch Tafeln zu bezeichnen. Besondere Forderungen werden an die Einrichtung der Gasschleuse gestellt. Da in die Gasschleuse verhältnismäßig leicht seßhafte Kampfstoffe eingeschleppt werden, soll der Raum selbst und alle seine Einrichtungsgegenstände leicht entgiftbar sein. Die Wände der Gasschleuse können zu diesem Zweck einen Ölanstrich erhalten (im Gegensatz zum Schutzraum) (Abb. 3). Zur Einrichtung der Gasschleuse gehört auch ein Behälter zur Aufnahme von begifteten Kleidern (Abb. 39). Der Behälter für die begifteten Kleider hat außerhalb der Gasschleuse seinen Platz. Holzkisten sind für diesen Zweck nicht ratsam, da sich der Kampfstoff in das Holz einsaugen kann und nur schwer zu entfernen ist. Die Gasschleuse muß ferner Wassergefäß, Eimer, Schemel und gegebenenfalls eine Liegestelle enthalten. Ein luftdicht schließender Behälter für das Entgiftungsmittel sowie ein Zerstäuber für dasselbe, Hausapotheke und Verbandskasten (Abb. 40) sind auf einem Wandbrett in der Gasschleuse unterzubringen. Bei allen diesen Gegenständen wird wegen der Möglichkeit der leichten Entgiftung und wegen der größeren Dauerhaftigkeit vorteilhaft Stahlblech verwendet.

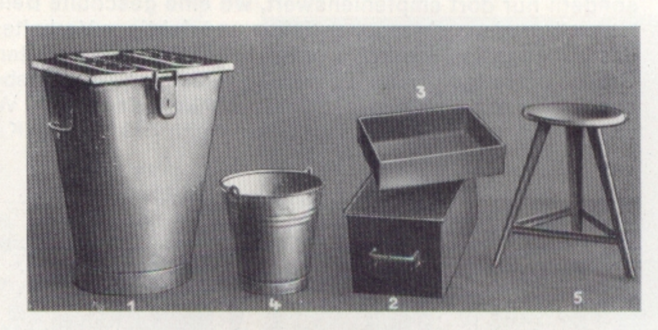


Abb. 39: Einrichtungsgegenstände der Gasschleuse: 1. Entgiftungsbehälter für Kleidungsstücke. 2. Sandkasten. 3. Chlorkalkkasten für Schuhwerkentgiftung. 4. Eimer. 5. Schemel.

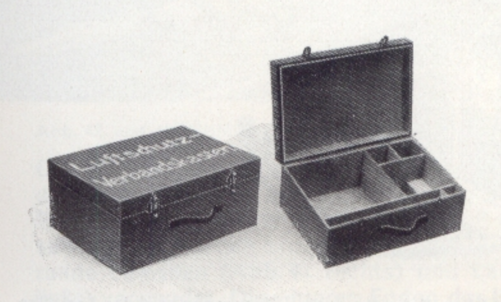


Abb. 40: Einrichtungsgegenstände der Gasschleuse. Luftschutz - Verbandkasten aus Stahl.

B. Schutzräume für den Werkluftschutz und andere Sonderfälle

1. Schutzgräben

Schutzgräben sind etwa 2 m tiefe und 60 bis 80 cm breite Gräben, welche die Insassen gegen die Fernwirkungen der Sprengbomben schützen. Man unterscheidet offene und gedeckte Schutzgräben. In offenen Gräben müssen die Schutzsuchenden Gasmasken tragen, da ein Gasschutz nicht besteht. Geschlossene Gräben schützen dagegen auch gegen Kampfstoffe. Die Gräben werden in Zickzack- oder Mäanderform angelegt, um Volltrefferwirkungen auf geringe Grabenlängen zu beschränken. Die Gräben sollen von Gebäuden so weit entfernt liegen, daß sie durch die herabfallenden Trümmer von Volltreffern in diesen Gebäuden nicht beschädigt werden. Jeder Mann muß seinen vorher bestimmten Platz im Graben in zehn Minuten erreichen können. Schutzgräben eignen sich da, wo ein genügend großes Freigelände zur Verfügung steht, also bei Fabriken auf dem flachen Lande, Arbeitslagern, Jugendherbergen usw. Sie sind zum Schutze von Frauen und Kindern nicht geeignet, sondern nur dort empfehlenswert, wo eine geschulte Belegschaft zu schützen ist, weil nur dann ein rasches Füllen und richtiges Verhalten im Graben während des Luftangriffes erwartet werden kann. Bei ungeeignetem Baugrund muß der Graben befestigt werden. Es werden zu diesem Zweck neben Holzversteifungen auch Rammbleche aus Stahl, ähnlich den beim Wasser- und Sielbau verwendeten Blechen, angewendet. Auch stählerne Kanaldielen, wie sie

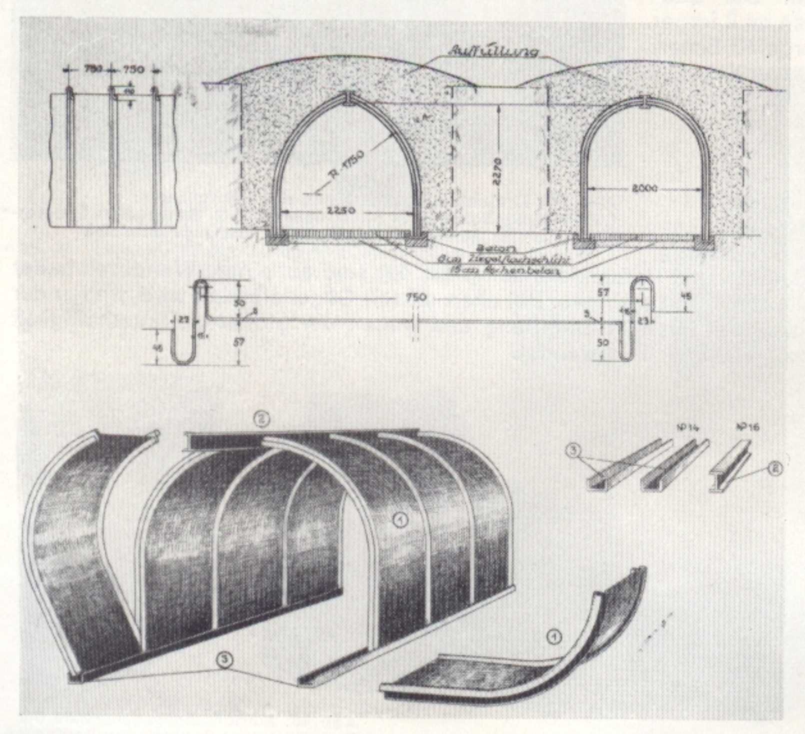


Abb. 41: Schutzraum aus Stahllamellen. Oben Schnitte, unten Zusammenbau der Lamellen.

bisher zum Aussteifen von Baugruben im Kanalbau verwendet wurden, können zur Sicherung der Wände von Schutzgräben dienen. Zur Splitter- und Trümmersicherung geschlossener Gräben kann Stahlblech in jeder Form verwendet werden. Das Stahlblech wird gegen Abheben und Verschieben gesichert und mit Erde zugedeckt. Altes Wellblech oder dergleichen kann dabei vorteilhaft benutzt werden.

2. Stollenschutzräume

Stollenschutzräume sind langgestreckte Gänge, bei denen Wand und Decke aus dem gleichen Baustoff bestehen. Sie liegen meist unter der Erde (Abb. 42), können jedoch auch teilweise oberirdisch angelegt und mit Erdreich abgedeckt werden. Ebenso lassen sich Stollenschutzräume auch in Halden oder Bergabhängen vortreiben. Die einzelnen Stollenbauelemente werden aus Stahl, Eisenbeton oder getränktem Holz angefertigt.

Eine neue Schutzraumbauweise, welche besonders in der Industrie zur Anwendung kommt, ist der Schutzraumbau aus Stahllamellen (Abb. 41 bis 43).





Abb. 42 und 43: Schutzraum aus Stahllamellen.

Die Bauerfahrung des Tunnel- und Behälterbaues mit Stahllamellen wird für den bautechnischen Luftschutz nutzbar gemacht. Lamellen aus 3 mm dickem Blech aus gekupfertem Stahl, welche mit einer Innen- und Außenfalzung versehen sind, werden ohne Verschrauben zusammengebaut. Es werden halbrunde Lamellen (Abb. 41 rechts) und Lamellen in Spitzbogenform (Abb. 41 links) verwendet. Die unteren Enden der Lamellen liegen in U-Eisen; die Ver-

bindung am Scheitel kann durch ein I-Eisen erfolgen. Nach dem Zusammenbau der Lamellen werden sie mit Steinen oder Erdreich hinterfüllt. Ist der Schutzraum ganz oder zum Teil oberirdisch angelegt, so wird er zweckmäßig mit Erdreich zugedeckt. Der Grundriß ist ein langgestrecktes Rechteck mit den beiden Ausgängen und Gasschleusen an den Enden. Die Schutzsuchenden sitzen auf zwei Bänken längs der Seitenwände. Von einem Hauptstollen können Abzweigungen mit gesondertem Eingang gebaut werden. Die Scheidewände zwischen Schutzraum und Gasschleuse bestehen aus Mauerwerk oder Beton. Für eine ausreichende Sperrung gegen aufsteigende Feuchtigkeit und die Entwässerung des Schutzraumes muß gesorgt werden.
Als ein gut brauchbares Bauelement zum Bau unterirdischer Schutzräume haben sich auch die im Hafen-, Kanal- und Flußuferbau bewährten Stahlspundbohlen erwiesen. Auch in diesem Falle ist der Grundriß vorteilhaft ein langes Rechteck (Abb. 45). Abb. 44 zeigt den Bau eines derartigen Schutzraumes. Die Spundbohlen werden gerammt. Das zwischen den Bohlen liegende Erdreich wird bei abgestützter Baugrube ausgeschachtet und hierauf eine Sohle aus Beton fertiggestellt. Als Schutzraumdecke dienen waagerechte Spundbohlen, die eine Eisenbetondecke tragen. Dabei bilden die waagerechten Spundbohlen sowohl die Schalung als auch die Tragschicht der Decke. Die fertige Decke wird mit Erdreich zugedeckt.

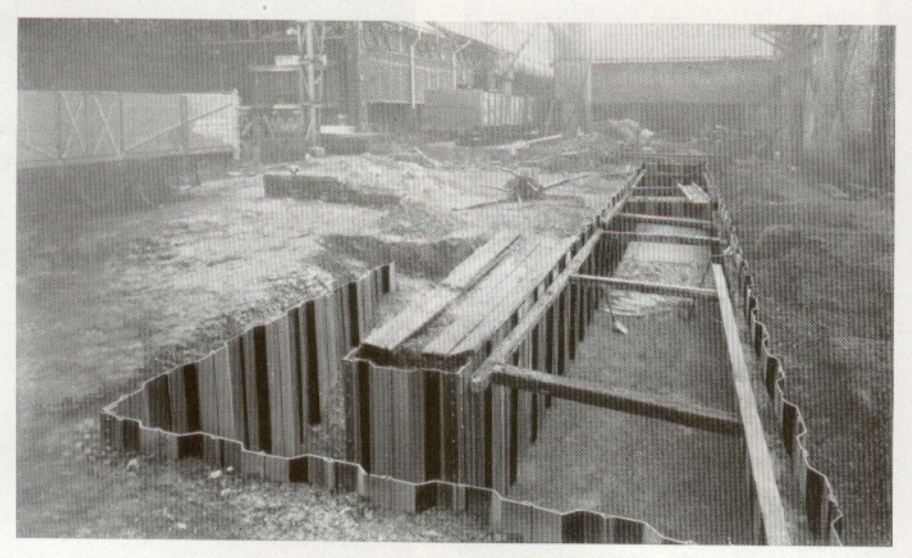


Abb. 44: Herstellung eines Schutzraumes mit Stahl-Spundbohlen.

Bei nicht rammfähigem Boden wird die Baugrube bis zur Bohlenunterkante ausgehoben und die Spundbohlen werden in U-Eisen eingeschoben. Zur Verbreiterung des Deckenauflagers können an die Wand geschweißte Winkeleisen dienen. Je nach der Art der verwendeten Spundbohle ist auch die Ausführung des Schutzraumes verschieden. Bei hohem Grundwasserstand gestaltet sich die Bauausführung etwas schwieriger, ist aber immer durchführbar. Für eine gute Sperrung gegen Feuchtigkeit muß gesorgt werden.

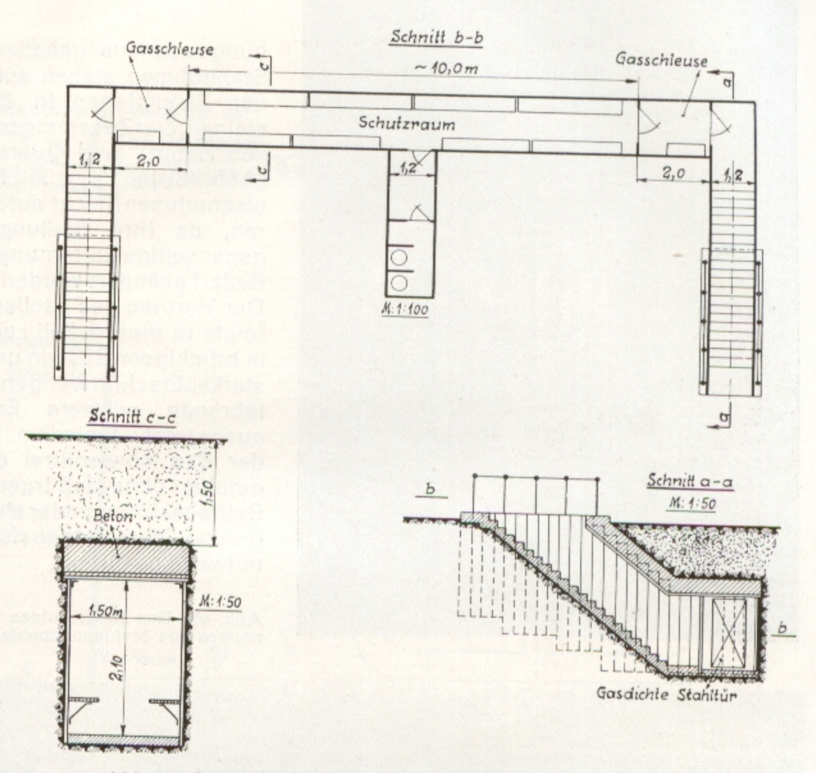


Abb. 45: Grundriß und Schnitt eines Schutzraumes aus Stahlspundbohlen.

Auch entsprechend hergerichtete alte Kessel lassen sich als Schutzräume ausbauen (Abb. 53). Kessel aus Stahlblech werden unter der Erde oder in Halden eingebaut. Die Trennwand zwischen Schutzraum und Gasschleuse besteht aus Mauerwerk oder Beton. Ein Fußboden wird eingezogen. Angeschweißte oder genietete Stahlrahmen stützen den ganzen Aufbau.
In manchen Fällen kann ein Baugraben nicht ausgehoben werden. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn der Schutzraum unter einer Straße oder einem Eisenbahndamm liegen soll oder wenn unter keinen Umständen der oberirdische Verkehr eines Werkes gestört werden darf. Der Bau des Schutzraumes muß dann unter der Erde erfolgen, ohne daß die Arbeit an der Oberfläche behindert wird. Für diese Fälle wird ein Ausbauverfahren entwickelt, bei dem Stahlstollen unter der Erde bei gleichzeitigem Ausbau des Schutzraumes vorgetrieben werden. Erfahrungen aus dem Bergbau werden dabei für den zivilen Luftschutz nutzbar gemacht.
Abb. 49 und Abb. 50 zeigen den Ausbau eines Stollenschutzraumes in Pokaleisenrahmen mit Klammerlaschenverbindung. Die Stahlrahmen werden in 60 bis 90 cm Abstand aufgestellt. Hinter die Rahmen werden stählerne Kanaldielen eingeschoben. Hierauf wird zwischen Kanaldielen und der Innenseite der Pokaleisen eine Betonschale fertiggestellt. Die Pokaleisen bestehen aus zwei Teilen und werden am Scheitel von Klammerlaschen mittels Verschrau-



bung zusammengehalten. Die Stahlrahmen stehen auf kleinen Eisenplatten in Betonsteinen. Der Zusammenschluß von Haupt- und Querstollen (Abb. 48) läßt sich mit Pokaleisenrahmen leicht durchführen, da ihre Stellung und gegenseitige Entfernung nach Bedarf geändert werden kann. Der Vortrieb des Stollens erfolgte in diesem Fall zum Teil in brüchigem Gestein und war starken Erschütterungen durch fahrende schwere Erzzüge ausgesetzt. Trotzdem wurde der Bau einwandfrei durchgeführt ohne daß irgendeine Betriebsstörung oder eine Änderung der Betriebsführung notwendig waren.

Abb. 46: Das Innere eines Schutzraumes aus Stahlspundbohlen.

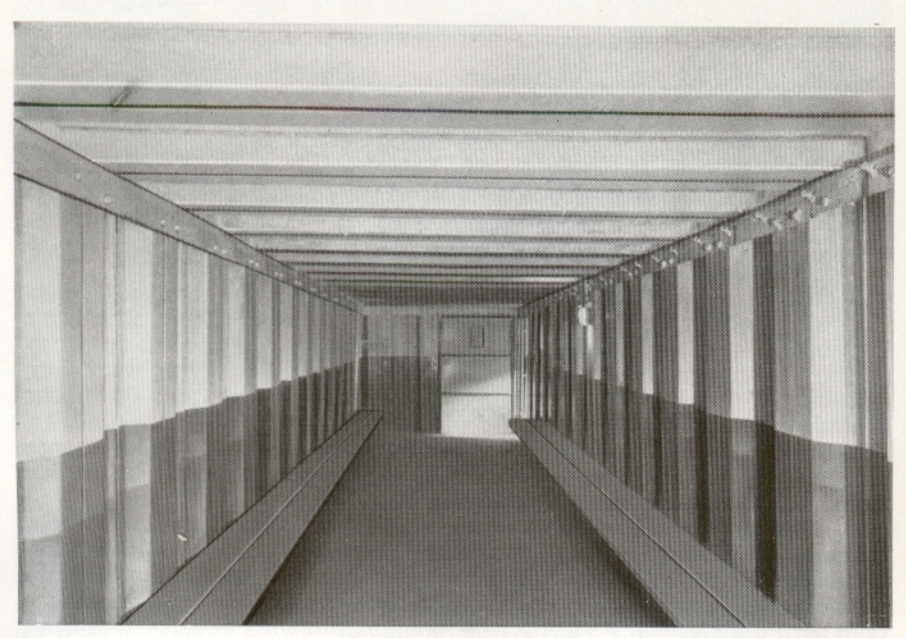


Abb. 47: Inneres eines Schutzraumes aus Stahlspundbohlen.

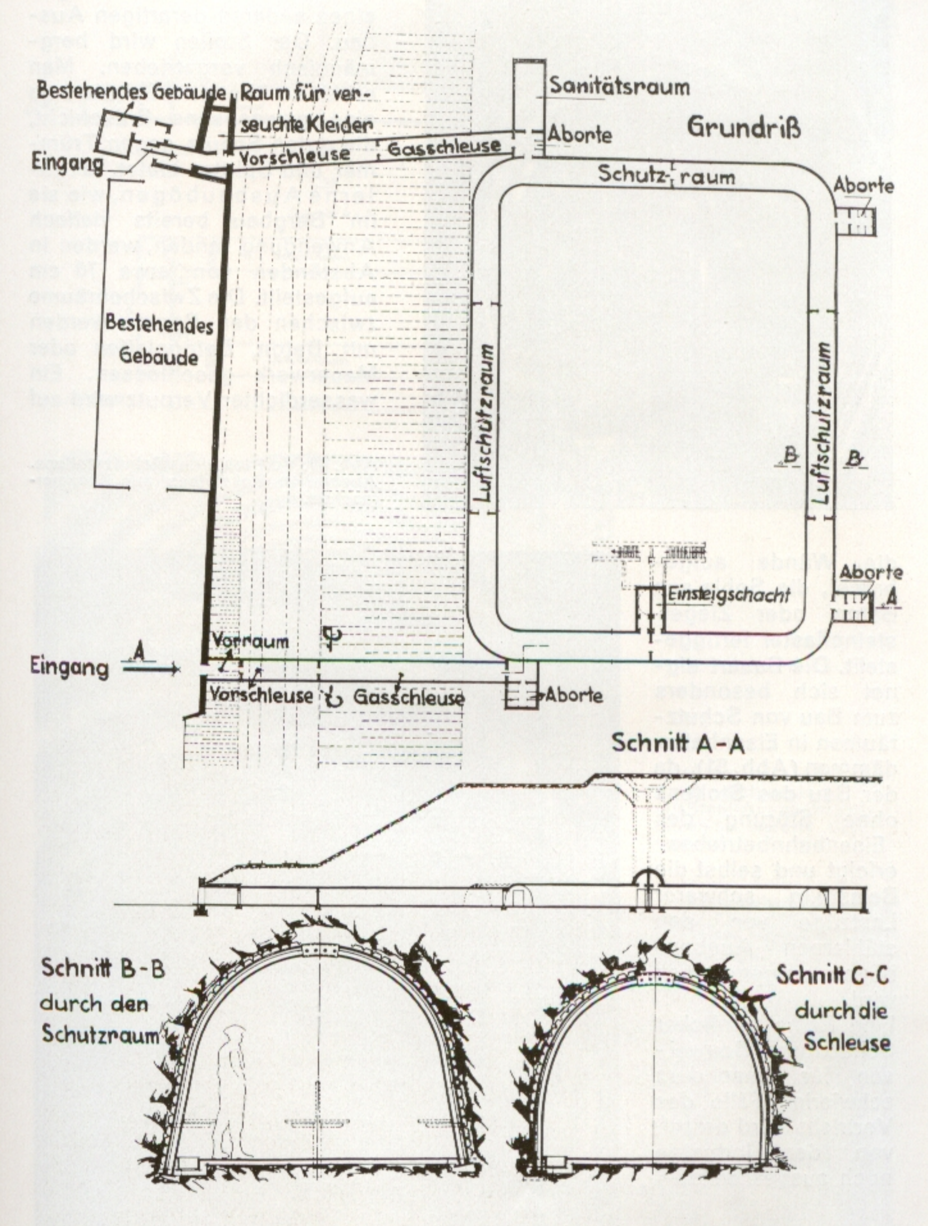


Abb. 48: Schutzraum unter einer Schlackenhalde. Ausbau in Pokaleisen mit Klammerlaschenverbindung.



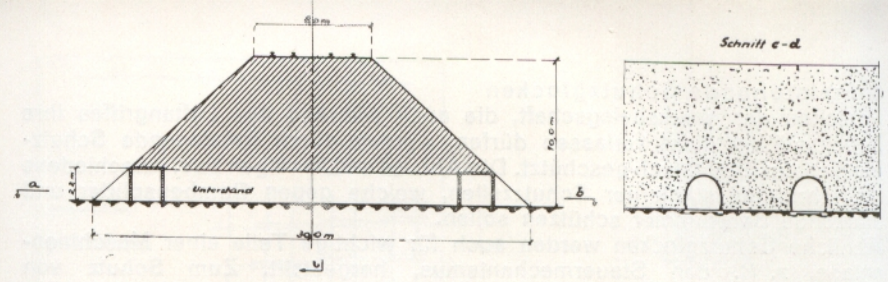
Abb. 51 und Abb. 52 zeigen einen anderen derartigen Ausbau. Der Stollen wird bergmännisch vorgetrieben. Man erhält so über dem Schutzraum eine gewachsene Erdschicht, die guten Schutz gegen Trümmer und Splitter bietet. Stählerne Ausbaubögen, wie sie im Bergbau bereits vielfach Anwendung fanden, werden in Abständen von etwa 70 cm aufgestellt. Die Zwischenräume zwischen den Bögen werden mit Beton, Betonplatten oder Mauerwerk geschlossen. Ein wasserdichter Verputz wird auf die Wände aufgebracht, die Sohle aus Beton oder Ziegelsteinpflaster fertiggestellt. Die Bauart eignet sich besonders zum Bau von Schutzräumen in Eisenbahndämmen (Abb. 51), da der Bau des Stollens ohne Störung des Eisenbahnbetriebes erfolgt und selbst die Belastung schwerer Lastzüge von den stählernen Ausbaubögen aufgenommen wird.

Abb. 49: Vortrieb eines Schutzstollens. Ausbau in Pokaleisen mit Klammerlaschen.

Eine Reihe ähnlicher Schutzraum-Bauweisen für besonders schwierige Fälle des Vortriebs wird derzeit von der Industrie noch ausgearbeitet.



Abb. 50: Schutzraumausbau mit Pokaleisen und Klammerlaschen.



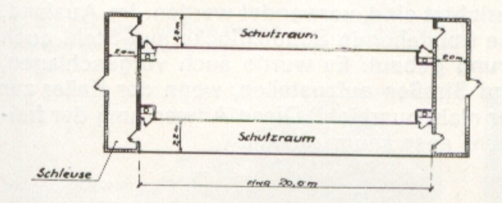


Abb. 51: Schutzraum in einem Eisenbahndamm. Bergmännischer Vortrieb mittels Ausbaubögen.

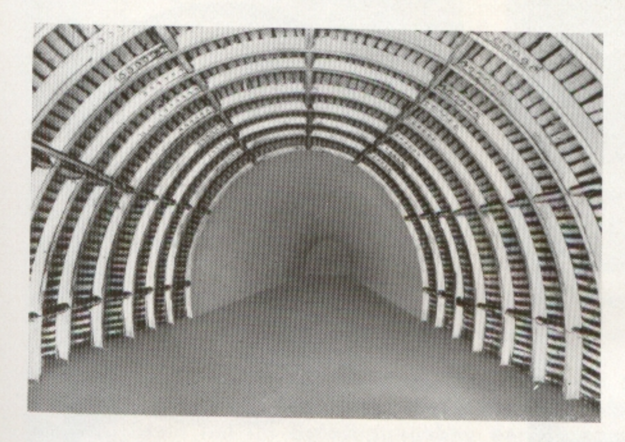


Abb. 52: Stollen-Schutzraum mit Stahl-Ausbaubögen teilweise bereits ausbetoniert.

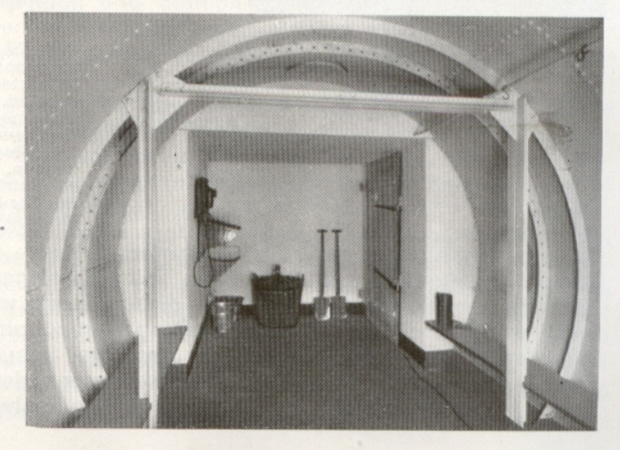


Abb. 53: Schutzraum aus einem alten Stahlkessel, der in einer Halde eingebaut wurde. Versteifung durch Stahlrahmen.

3. Freistehende Schutzglocken

Personen der Werksbelegschaft, die auch während des Luftangriffes ihre Arbeitsstätten nicht verlassen dürfen, werden durch freistehende Schutzglocken aus Stahlblech geschützt. Die Abb. 54 und 55 zeigen zwei verschiedene Ausführungen stählerner Schutzzellen, welche gegen Bombensplitter und stürzende Bautrümmer schützen sollen.

Ähnliche Schutzglocken werden auch für wichtige Teile einer Maschinenanlage, z. B. den Steuermechanismus, hergestellt. Zum Schutz von Maschinenteilen können auch alte Stahlrohre von großem Durchmesser, nachdem sie entsprechend hergerichtet sind, verwendet werden. Im Ausland, besonders in Frankreich, wird die freistehende Schutzglocke aus Stahl auch für den Schutz der Zivilbevölkerung gebaut. Es wurde auch vorgeschlagen, große Schutzzellen auf Höfen und Straßen aufzustellen, wenn der Keller zur Unterbringung der Hausbewohner nicht ausreicht. Diese Anwendung der freistehenden Schutzglocken erscheint aber kaum ratsam.

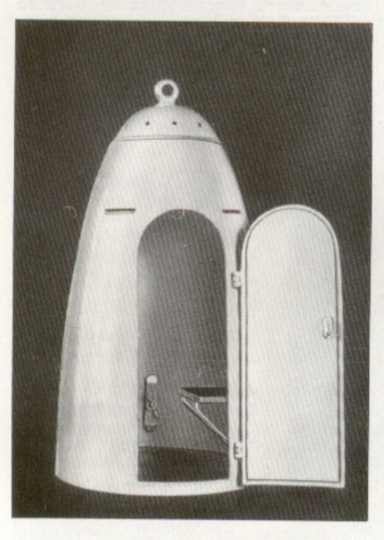


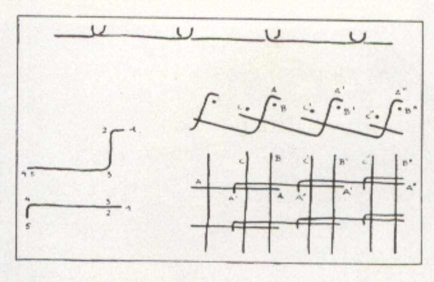
Abb. 54:
Modell einer Schutzzelle aus Stahl.



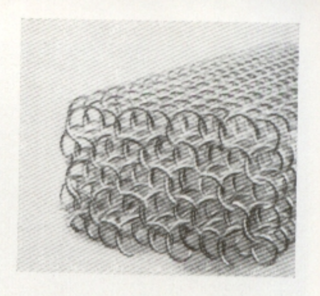
Abb. 55: Schutzzelle für Beobachtungsposten, Maschinisten, Zentralenwärter usw., die besonders gefährdet sind. Die Zelle bietet Schutz gegen Trümmer und Splitter und kann außerdem kampfstoffdicht geliefert werden. Sitzgelegenheit für 2 Personen ist vorhanden. Sehschlitze ermöglichen es, den Betrieb im Auge zu behalten. Außer der Tür ist eine Mannlochöffnung als Notausstieg eingebaut.

4. Sonderschutzräume mit Volltrefferschutz

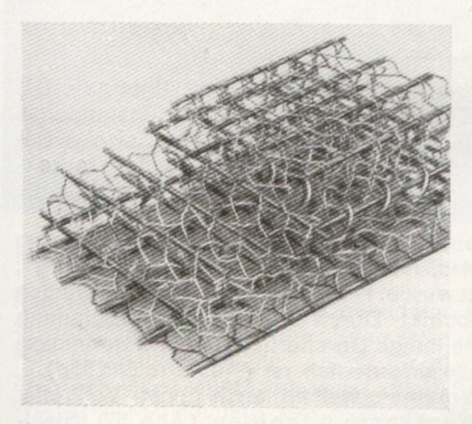
In einzelnen Ausnahmefällen muß ein Teil der Belegschaft einer Fabrik einen besonders hohen Schutz erhalten. Zu diesem Zweck werden Schutzräume gebaut, welche auch gegen Volltreffer von Sprengbomben bis zu einem bestimmten Gewicht schützen. Der Bau derartiger Schutzräume ist z. B. für die Werk-Luftschutzleitung und für einzelne Trupps des aktiven Luftschutzes unter Umständen ratsam. Er wird im zivilen Luftschutz aber immer nur auf



a) Einzelheiten der Bewehrung von modernen französischen Befestigungen. (Nach Lobligeois.)



q) Chatwood, Shrewsbury England.



c) Benzinger-Bewehrung.

d) Benzinger-Bewehrung.

Abb. 56: Die Bewehrung von Schutzdecken gegen Sprengbomben.

Ausnahmefälle beschränkt bleiben. Zum Bau von Schutzräumen mit Volltrefferschutz kann die Erfahrung bei militärischen Befestigungen herangezogen werden. Stahl hat im Befestigungsbau der Vorkriegszeit eine überragende Rolle gespielt. Panzerplatten und Stahlpanzertürme gegen Geschoß- und Bombenwirkung wurden bis zur höchsten Leistung entwickelt. Diese Vorkriegserfahrungen haben zu einem wesentlichen Teil auch für den zivilen Luftschutz Geltung.

Schutzräume aus Eisenbeton erhalten eine Sonderbewehrung, welche von den sonst im Hochbau üblichen Bewehrungsarten verschieden ist. Der Bewehrungsplan einer Schutzdecke gegen Volltreffer zeigt nicht mehr Zug- und Druckeisen sowie Aufbiegungen und Bügel, sondern der Bewehrungsstahl ist gleichförmig im ganzen Beton verteilt. Abb. 56b zeigt ein stählernes Bewehrungsnetz, welches für englische Befestigungen verwendet wurde. Links sind einige Angaben aus dem französischen Befestigungsbau zusammengestellt. Frankreich besitzt heute die größte Erfahrung auf diesem Gebiete, da bei dem Bau der größten Befestigung der Neuzeit, dem „Betongürtel" an der deutsch-französischen Grenze", reiche Bauerfahrungen gesammelt werden konnten. Rundeisen von großer Länge sollen nicht verwendet, sondern durch kurze Eisen, die durch Haken verbunden sind, ersetzt werden. Lange Eisen würden Erschütterungen gut fortpflanzen und den Beton zerreißen.

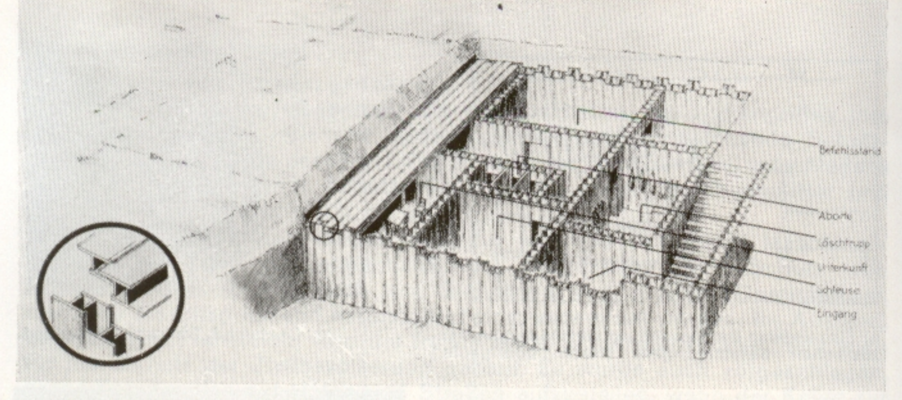


Abb. 57: Schutzraum aus Stahl-Kastenspundbohlen.

Abb. 56a zeigt ferner das Bewehrungsnetz französischer Befestigungen. Die einzelnen Eisen sind so gebogen, daß sie in mehrere Schichten hineinreichen und ein Loslösen einzelner Betonblöcke verhindern. Der französische Befestigungsbau empfiehlt, auch unter der Decke oder in der untersten Deckenschicht stählerne Netze anzuordnen, damit die Insassen gegen herabfallende Betonbrocken geschützt sind.

Eine neue Bewehrung, die sich voraussichtlich zum Bau von Schutzdecken gegen Volltreffer sehr gut eignen wird, ist die „Benzinger-Bewehrung", die bisher zu anderen Zwecken benutzt wurde. In ein stählernes Gewebe werden fabrikmäßig Bewehrungsstäbe eingeflochten. Durch eine räumliche Verbindung mehrerer derartiger Geflechte wird eine innige Durchdringung der Betonmasse gewährleistet, wie sie in diesem Falle erforderlich ist (Abb. 56c und 56d).

In das Gebiet des Baues von Schutzräumen, welche auch gegen Volltreffer schützen, gehört die Bauweise aus Kastenspundbohlen (Abb. 57). Stahlkastenspundbohlen, welche die Wand bilden, werden gerammt und das Erdreich aus dem Innern der Bohle herausgeholt (Abb. 58). Hierauf wird der Hohlraum der Kastenspundbohle mit Beton ausgegossen. Die so hergerichtete Bohlenwand ist auch stärksten Beanspruchungen gewachsen. Die Decke besteht aus waagerecht liegenden Kastenspundbohlen, die mit Beton ausgegossen werden. Die Verbindung zwischen Decke und Wand zeigt Abb. 57, welche einen Schutzraum im Bau darstellt. Die Bombenwirkung hat nacheinander Erdauffüllung, Stahl, Beton und wieder Stahl zu überwinden, wodurch ihr größter Widerstand entgegengesetzt wird. Auch zur Sicherung gegen Splitter ist dieser Wechsel des Baustoffes am Durchdringungswege zweckentsprechend. Die Wände können auch aus zwei nebeneinander gerammten



Abb. 58: Schutzraum aus Kastenspundbohlen im Bau.

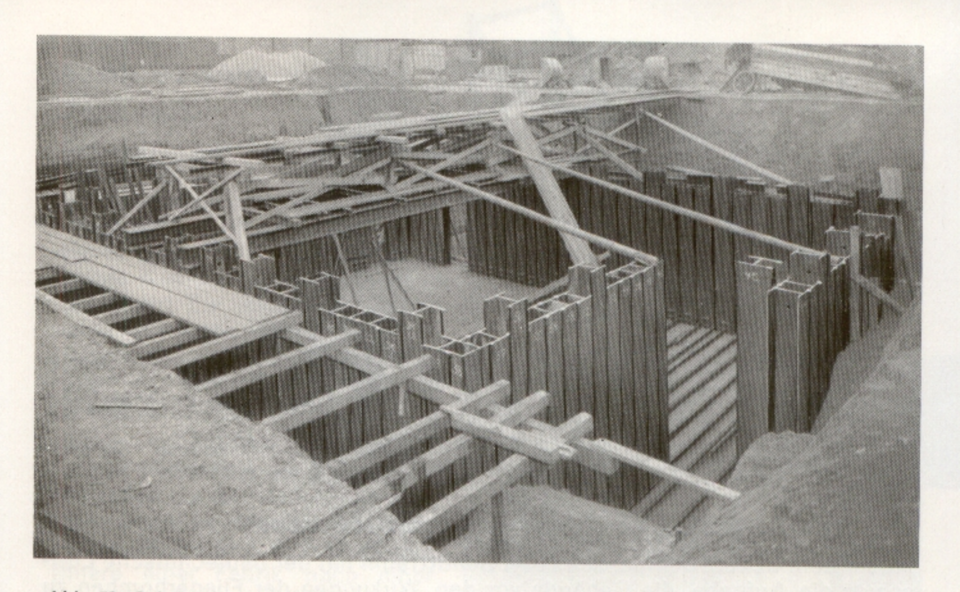


Abb. 59: Schutzraum aus Stahl-Kastenspundbohlen im Bau.

Reihen Kastenspundbohlen gebildet werden, die Decken aus zwei Lagen Spundbohlen übereinander. Schutzräume aus Kastenspundbohlen bieten ein Maß an Schutz, welches selbst für die wichtigsten Schutzräume des Luftschutzes völlig ausreichend ist. Eine Schutzdecke aus Kastenspundbohlen vermag eine Belastung von mehr als 400 t/m² und eine Bruchlast von mehr als 1000 t/m² aufzunehmen (Profil P. SP. 80 s, Spannweite 3 m). Dabei ist aber der Betonausguß und die Plattenwirkung der ganzen Decke noch nicht berücksichtigt. Durch die Ausfüllung mit Beton wird die Decke noch erheblich höhere Beanspruchungen aufnehmen können. Sie ist also imstande, Kräften zu widerstehen, wie sie selbst bei Volltreffern schwerster Sprengbomben kaum auftreten dürften.



Es muß aber nochmals betont werden, daß der Bau derartiger Schutzräume, die auch gegen Volltreffer schützen, und daher erhebliche Kosten verursachen, im zivilen Luftschutz nur auf Ausnahmefälle beschränkt bleibt. Im militärischen Luftschutz kommt diesen Schutzräumen dagegen größte Bedeutung zu.

Abb. 60: Inneres eines Schutzraumes aus Stahl-Kastenspundbohlen.

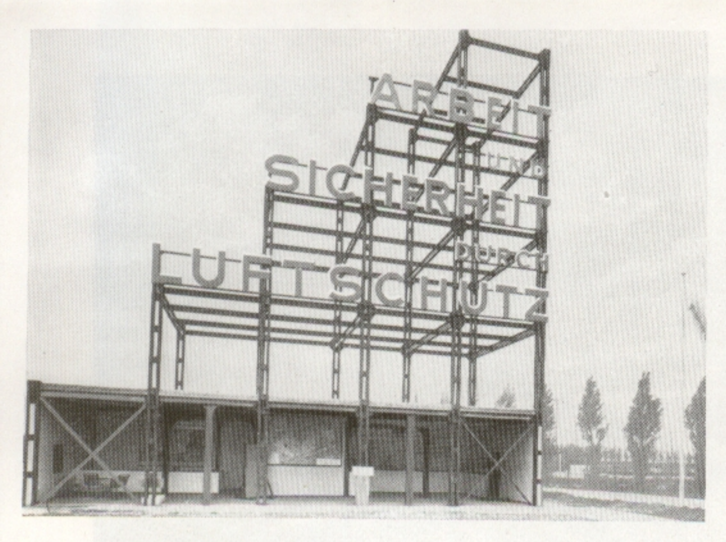


Abb. 70: Das Stahlgerippe auf der Ausstellung „Deutsches Volk— deutsche Arbeit" 1934 in Berlin. (Deutscher Stahlbau-Verband, Berlin).

III. Der Aufbau des luftgeschützten Hauses

Außer dem Schutz der Menschen im Schutzraum hat der bautechnische Luftschutz die Aufgabe, die Gebäude vor den Wirkungen der Fliegerbomben zu schützen. Durch bestimmte Bauweisen und eine zweckentsprechende Baustoffwahl kann der Schaden, welcher an Gebäuden durch den Abwurf von Bomben entsteht, vermindert werden. Ein Luftangriff wird immer eine gewisse Zerstörung der Häuser zur Folge haben. Der Luftschutz hat die Aufgabe, das Ausmaß dieser Zerstörung zu verringern, den Schaden örtlich zu begrenzen und dafür Vorsorge zu tragen, daß die beschädigten Bauteile nach dem Angriff rasch wiederhergestellt werden können. Im Ernstfalle kann der Schutz der Sachwerte (z. B. Fabriken, Verkehrsanlagen) eine fast ebenso wichtige Forderung sein wie der Schutz der Menschen.

Auf dem Gebiete des luftschutztechnischen Aufbaues gibt es im Gegensatz zum Schutzraumbau erst wenig praktische Anweisungen. Der Baufachmann soll die auftretenden Kräfte genau studieren und dann die Schutzmaßnahmen treffen. Bestehende Gebäude können durch bauliche Maßnahmen gegen Brandbomben und chemische Kampfstoffe geschützt werden. Gegen Sprengbomben lassen sie sich dagegen nur sehr schwer und mit erheblichen Kosten schützen. Neubauten kann man gegen die Wirkungen aller Bomben sichern. Es ist falsch, zu sagen, daß ein Neubau Volltreffern schwerster Bomben auf jeden Fall schutzlos ausgesetzt ist. Vielmehr läßt sich durch eine entsprechende Wahl der Bauweise auch bei schweren Minenbomben der entstehende Schaden beträchtlich vermindern und örtlich begrenzen, so daß er schnell und mit geringen Kosten wieder beseitigt werden kann.

Eine eingehende Beschäftigung mit diesen Fragen ergibt die Tatsache, daß die Berücksichtigung der Bombenwirkung beim Aufbau keinerlei neue kostspielige Bauteile (Panzerdächer) verlangt, sondern daß vielmehr ein Bau desto luftsicherer ist, je mehr die neuzeitlichen technischen Möglichkeiten bei der Wahl und Anwendung der Bauteile und Baustoffe ausgenutzt werden. Die folgenden Zeilen sollen dem Bauingenieur und Architekten ein Bild davon geben, welche Grundsätze des Bauens beachtet werden müssen, um den Schaden, den die Bomben anrichten, klein zu halten.

A. Die Bauweise

Gerippebau

Den geringsten Schaden wird ein Gebäude durch Sprengbombentreffer erleiden, wenn es in der Weise gebaut wurde (Abb. 70), daß ein Gerippe aus sehr widerstandsfähigem Baustoff mit geringer Angriffsfläche (Stahl) mit einem leichten Baustoff (z. B. Hohlziegel) ausgefacht ist. Die Zerknallwirkung der Sprengbombe wählt immer den Weg des geringsten Widerstandes. Die leichte Ausfachung wird herausgeschlagen, und das tragende Gerippe bleibt unversehrt. Ein solcher Gerippebau wird selbst bei Volltreffern nur örtlich beschädigt werden, während Massivbauten der üblichen Bauausführung bei Volltreffern vollständig in sich zusammenstürzen.

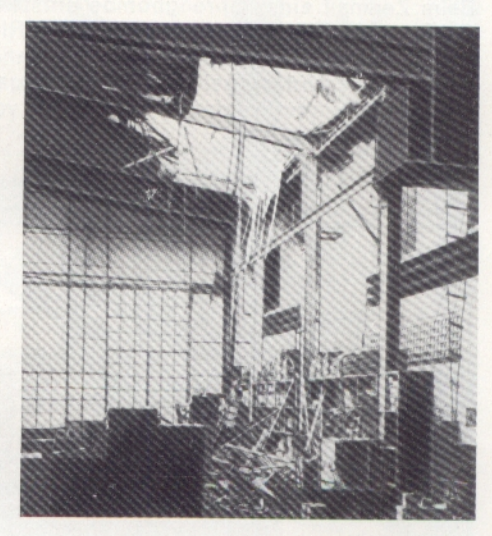


Abb. 80: Explosionswirkung im Innern eines Stahlgerippebaues.

Explosionsunglücke in Gerippebauten haben dieses vorzügliche Verhalten bei der Ablenkung des Zerknallstoßes deutlich erkennen lassen. So zeigt z. B. Abb. 80 das Innere einer Fabrik nach einer schweren Explosion. Die leichte Decke wurde aufgeschlagen und der Zerknallstoß wurde abgeleitet. Das tragende Gerippe wies keine Beschädigung auf. Noch besser zeigt Abb. 81 die Wirkungsweise des „Sicherheitsventils", wie man im baulichen Luftschutz diese Bauweise nennt. Die Abb. 81 zeigt das Innere eines Gebäudes nach einer schweren Explosion in einem Nachbarhaus. Die Ausfachung aus



Abb. 81: Wirkung einer Explosion in einem amerikanischen Munitionslager.

leichten Bauplatten wurde herausgedrückt. Die Ablenkung des Stoßes war so vollkommen, daß selbst im Innern des Gebäudes keinerlei Zerstörung zu bemerken ist. Bei derselben Explosion waren Massivbauten in der gleichen Entfernung vom Zerknallherd ein formloser Trümmerhaufen. Auch Bombentreffer im Weltkrieg haben die Eignung des Gerippebaues bewiesen.
Unter den verschiedenen Gerippebauweisen besitzt das Stahlgerippe folgende sechs Vorzüge, die seine Anwendung vom Gesichtspunkt des Luftschutzes empfehlen:

1. Kräfte aus beliebiger Richtung werden vom Stahlgerippe aufgenommen.

Beim Zerknall einer Sprengbombe entstehen Kräfte von ganz verschiedener Größe und vollkommen verschiedener Richtung. Es ist z. B. möglich, daß der Knoten eines Gerippes senkrecht, dann waagerecht und hierauf diagonal beansprucht wird, wobei positive und negative Momente auftreten. Alle diese Beanspruchungen werden in Bruchteilen von Sekunden miteinander wechseln

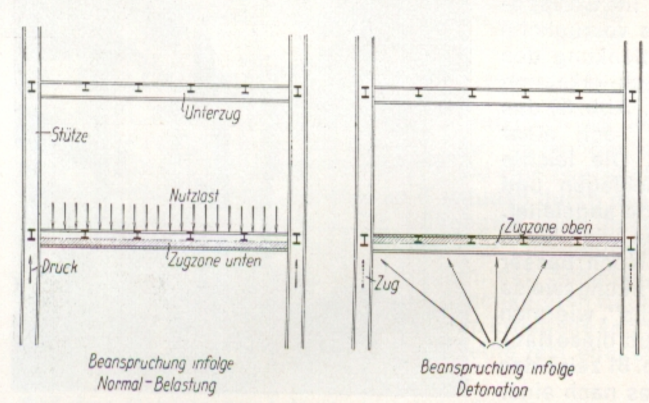


Abb. 82: Kraftangriff an einem Stahlgerippe.

und sind ihrer Größe nach völlig verschieden. Zerknallt eine Sprengbombe neben einem Gebäude, so muß das Gerippe blitzschnell wechselnde Druck- und Sogwirkungen aufnehmen können. Angriffspunkt, Richtung und Größe der auftretenden Kräfte werden während eines Luftangriffes ständig wechseln. Es ist daher unerläßlich, daß das Gerippe Kräfte aller Richtungen aufnehmen kann. Die statische Berechnung, welche im allgemeinen nur lotrechte Lasten und waagerechte Windkräfte annimmt, muß sich umkehren lassen, ohne daß dies die Überbeanspruchung eines Bauteils ergäbe (Abb. 82). Das Gerippe muß deshalb aus einem Baustoff bestehen, welcher Zug, Druck, Schub und Biegung in gleicher Weise aufnehmen kann. An einem Punkte auftretende Beanspruchungen müssen unverzüglich auf die benachbarten Tragglieder des Gerippes übertragen werden. In einem luftgeschützten Neubau darf es keine Decke geben, die nur senkrechte Belastungen aufnehmen kann. Jede Decke muß auch von unten her, also im entgegengesetzten Sinne, beansprucht werden können.

Diesen Forderungen entspricht der Baustoff Stahl. Infolge des gleichartigen Gefüges dieses Werkstoffes können alle Glieder des Aufbaues: Stützen, Träger, Decken usw., die verschiedensten Beanspruchungen und Kräfte aller Richtungen in gleicher Weise aufnehmen. Auch die Verbindung der einzelnen

Bauteile ist ohne wesentliche Mehrkosten so durchzuführen, daß ein Wechsel der Beanspruchungsart und der Kraftrichtung keine Gefahr mit sich bringt. Diese Tatsache ist der wichtigste Vorzug des Baustoffes Stahl

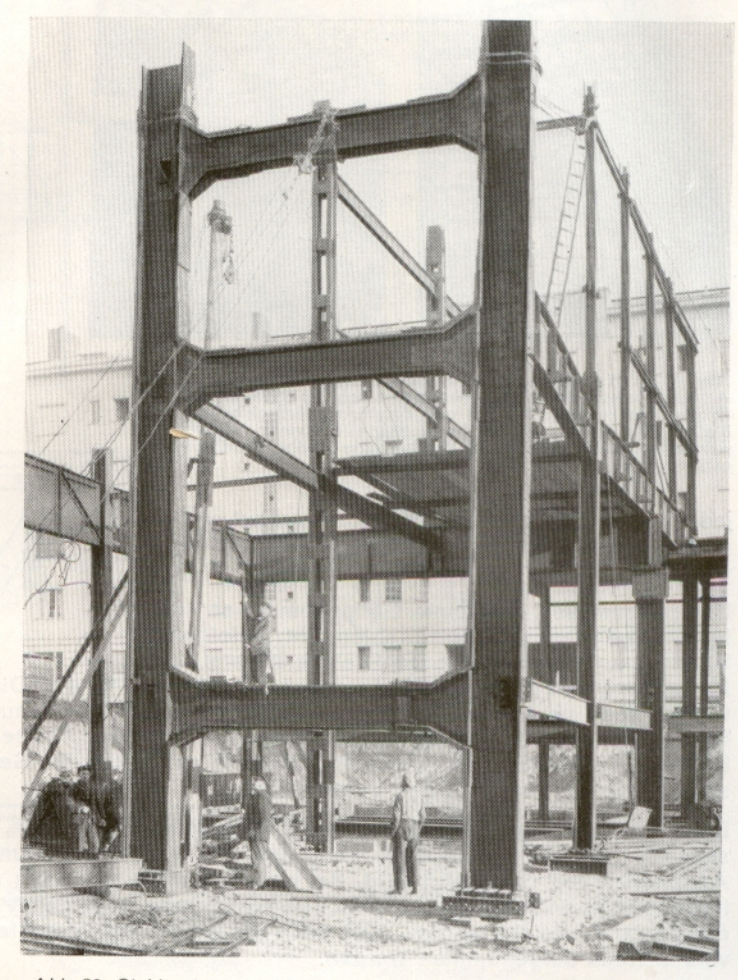


Abb. 83: Stahlgerippe aus Stockwerkrahmen. Ein derartiger Bau entspricht vollkommen den Forderungen des Luftschutzes.

im Luftschutz. Er wird von keinem anderen Baustoff erreicht. Die Übereinstimmung der Berechnung mit der Kraftwirkung und die Unabhängigkeit der Baustoffgüte von der Gewissenhaftigkeit der Arbeiter und der Bauaufsicht sind weitere Vorzüge, welche in dieses Gebiet gehören. Ausschlaggebend ist aber, daß der Stahlgerippebau ohne wesentliche Erhöhung der Baukosten zu luftgeschützten Bauten führen kann. Ein Gerippe aus Vollsteifrahmen, wie es Abb. 83 zeigt, das vor Jahren ohne

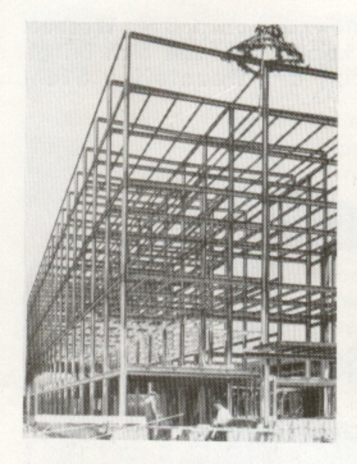
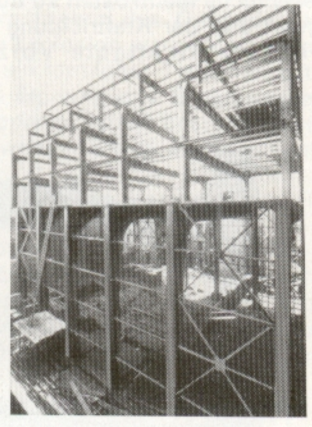
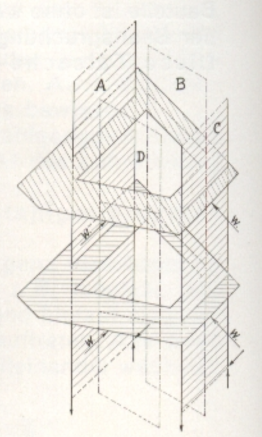
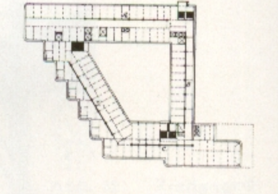




Abb. 84 bis 87: Stahlgerippe. Das starke Gerippe kann Kräfte aller Art aufnehmen, während die leichte Ausfachung beim Zerknall von Sprengbomben nachgibt und jede Zerstörung örtlich beschränkt bleibt. Den Aufbau versteifende Bauteile können vorgesehen werden, ohne daß dadurch der Zerknall eine erhöhte Verdämmung erfährt.



jeden Gedanken an den Luftschutz erbaut wurde, genügt heute den Forderungen des Luftschutzes völlig.

Um festzustellen, ob eine Gerippebauweise den Forderungen des Luftschutzes entspricht, ist folgende Untersuchung notwendig: man nehme die statische Berechnung und kehre alle darin angenommenen Kräfte um. Die Nutzlasten werden dann nach oben drücken und die Windkräfte nach außen ziehen. Ergibt nun eine neuerliche Berechnung, daß trotz der Kräfteumkehr alle Bauteile die Beanspruchungen aufnehmen, so entspricht das Gerippe grundsätzlich den Forderungen des Luftschutzes.

Dabei muß der ungünstigste Kraftangriff angenommen werden, der voraussichtlich dann stattfinden wird, wenn nur ein Teil der Belastungen in ihrer Angriffsrichtung umgekehrt wird. Bei einem Stahlgerippe kann nun mit verhältnismäßig einfachen bautechnischen Vorkehrungen an den Verbindungen der Bauteile erreicht werden, daß auch die umgekehrt angreifenden Kräfte vom Gerippe aufgenommen werden.

Eine eingehende Beschreibung dieser zusätzlichen bautechnischen Vorkehrungen zur Aufnahme der Zerknallkräfte würde hier zu weit führen. Abb. 88 zeigt Beispiele, wie Bauteile eines Stahlgerippes für den Luftschutz hergerichtet werden. Durch einige zusätzliche Verbindungsglieder erhält man ein Gerippe, welches den Zerknallkräften aller Richtungen bis zu einer gewissen Grenze widerstehen wird. Jedes Stahlgerippe bietet die Möglichkeit, mit verhältnismäßig geringem Kostenaufwand ein Bauwerk zu bilden, welches selbst den gefährlichsten Beanspruchungen durch den Zerknall von Sprengbomben gewachsen ist.

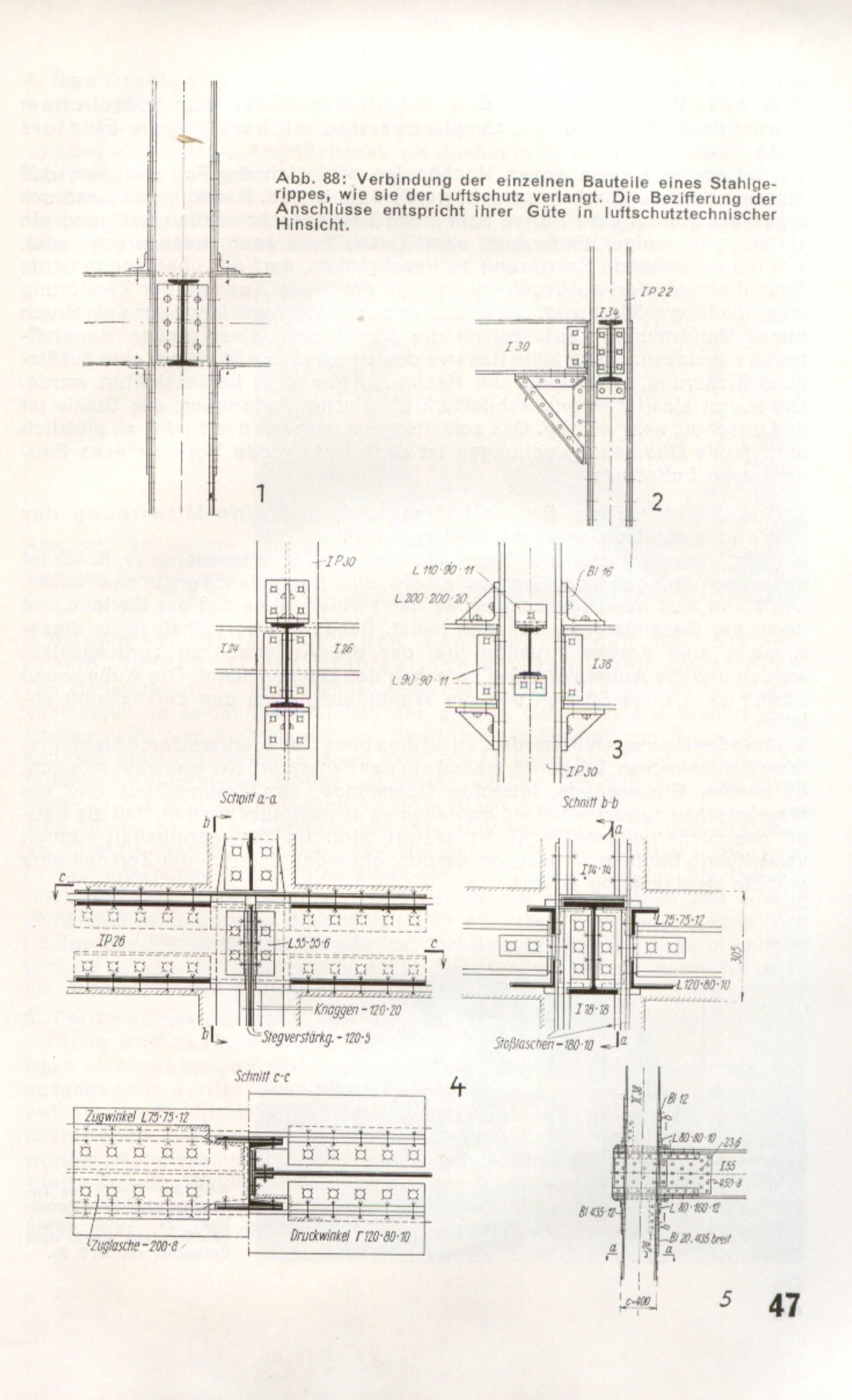


Abb. 88: Verbindung der einzelnen Bauteile eines Stahlgerippes, wie sie der Luftschutz verlangt. Die Bezifferung der Anschlüsse entspricht ihrer Güte in luftschutztechnischer Hinsicht.

2. Große Verformbarkeit des Stahles schützt vor plötzlichem sprödem Bruch der Tragglieder und sichert gegen Einsturz des Bauwerks.

Bei Bombenwirkungen gegen Hochbauten wird sich der Fall ereignen, daß einzelne Bauteile überbeansprucht werden. So kann z. B. durch den Gasdruck eines Volltreffers eine Stütze sehr hoch beansprucht werden, während ein Unterzug in einiger Entfernung vom Zerknallherd kaum beansprucht wird. Um die entstehende Zerstörung zu beschränken, darf der überbeanspruchte Bauteil nicht sofort zu Bruche gehen, da dann das Ausmaß der Zerstörung wesentlich vergrößert wird. Bei Bauteilen aus Stahl treten lange vor dem Bruch starke Verformungen auf, welche die Ausnutzung einer großen Baustoffreserve zulassen. Diese stille Reserve des Baustoffes gibt immer eine zusätzliche Sicherung, welche bei der Rechnung gar nicht berücksichtigt wurde. Die zuerst elastische und schließlich plastische Verformung des Stahls ist im Luftschutz sehr wichtig. Das selbsttätige Anpassen des Stahls an plötzlich auftretende Überbeanspruchungen ist der zweite große Vorteil dieses Baustoffes im Luftschutz.

3. Das Stahlgerippe ist selbsttragend, auf eine Mitwirkung der Wand kann immer verzichtet werden.

Für ein Verhalten nach der Bauweise des „Sicherheitsventils" (s. S. 43) ist es notwendig, daß das Gerippe allein alle tragenden Funktionen erfüllt. Die Wand muß herausgeschlagen werden können, ohne daß das Gerippe und damit der Gesamtaufbau Schaden leidet. Besonders vorteilhaft ist in dieser Hinsicht eine Kragkonstruktion, bei der die Außenstützen zurückgestellt werden und die Außenwand frei zwischen den Decken hängt. Die Außenwand besitzt dann keine Stützen und die Wandfüllung kann den Zerknallstoß ableiten.

Muß ein Gerippe versteift werden, so ist dies beim Stahlgerippe durch biegungsfeste Rahmenecken, Diagonalverbände in den Fensterbrüstungen usw. möglich. Es können Giebelwände, lotrechte Querwände, das Treppenhaus und die Massivdecken zu versteifenden Bauteilen so ausgestaltet werden, daß die Bauart des Sicherheitsventils nicht gestört wird. Im Stahlgerippebau können versteifende Bauteile vorgesehen werden, ohne daß dadurch der Zerknall eine erhöhte Verdämmung erfährt.



Abb. 89: Zerstörtes Industriegebäude (Ziegelbau) in Long Beach (Kalifornien) nach dem Erdbeben am 30. 3. 33.

4. Das Stahlgerippe bietet den Wirkungen der Sprengbombe eine geringere Angriffsfläche.

Auch wenn die Stahlteile feuerfest ummantelt sind, bieten sie der Bombenwirkung eine kleinere Angriffsfläche als irgendein Gerippe aus einem anderen Baustoff. Für das geforderte Nachgeben der Ausfachung beim Zerknall ist ein erheblicher Unterschied in den Festigkeiten des Gerippes und der Ausfachung notwendig. Bauteile aus Stahl bieten gegenüber gleich großen Bauteilen aus anderen Baustoffen den größten Widerstand.



Abb. 90: Stahlskelettbauten in Long Beach nach dem Erdbeben am 30. 3. 33.

5. Gegenüber Bodensenkungen und Änderungen der Stützenbedingungen ist das Stahlgerippe am wenigsten empfindlich.

Die Bauerfahrung in Erdbebengebieten hat gezeigt, daß erhebliche Bodensenkungen, ja selbst Schiefstellen des ganzen Gebäudes bei Stahlgerippebauten nicht zum Einsturz führen. Nicht nur der Erdstoß der Sprengbombe sondern auch die Gesamtwirkung kann bis zu gewissem Grade mit den bei Erdbeben auftretenden Stößen verglichen werden. Die Eignung des Stahlgerippes hat sich bei Erdbeben schon vielfach gezeigt.

Abb. 89 und 90 zeigen Gebäude verschiedener Bauweise nach dem Erdbeben am 30. März 1933 in Kalifornien. Massivbauten (Abb. 89) stürzten vollkommen in sich zusammen und bildeten einen einzigen Trümmerhaufen. Stahlgerippe (Abb. 90) vermochten dagegen die Erdstöße gut aufzunehmen und wiesen verhältnismäßig geringe Beschädigungen auf. Das Stahlgerippe kann sich infolge der Plastizität des Baustoffes den Bewegungen der Erde ohne Rißbildung anpassen. Senkungen einzelner Gebäudeteile können durch Anheben der Stützen wieder gutgemacht werden.

6. Teilbeschädigungen können bei Stahlgerippebauten rasch, billig und zuverlässig ausgebessert werden.

Nach einem Luftangriff müssen die an den Gebäuden entstandenen Schäden ausgebessert werden. Es soll daher eine Bauweise bevorzugt werden, bei welcher Wiederherstellungen leicht möglich sind. Bei Stahlgerippebauten sind nachträglich Erweiterungen und Änderungen schon vielfach durchgeführt worden. Auf diesem Gebiet liegt bereits reiche Bauerfahrung vor. In ähnlicher Weise wird die Wiederherstellung nach einem Luftangriff erfolgen. Jeder Bauteil eines Stahlgerippes kann, auch wenn er schwer beschädigt wurde, durch einen neuen Bauteil einfach ersetzt werden. Nach einem Bombentreffer wird

ein Stahlgerippe ähnlich aussehen, wie das in Abb. 90 dargestellte Gebäude, welches durch Erdbeben zerstört wurde. Die Beschädigung des Gerippes kann rasch und billig beseitigt, die Ausfachung schnell wieder eingesetzt werden. Eine Verbindung der einzelnen Stahlbauteile durch Schweißen erleichtert und beschleunigt die Wiederherstellung. Instandsetzungen durch zusätzliche Stahlprofile, die an unversehrte Bauteile angeschweißt werden, oder auch das Zusammenschweißen beschädigter Bauteile werden im Luftschutz voraussichtlich noch eine große Rolle spielen.

Massivbau unter Verwendung von Stahlbauteilen

Eine derartige Bauweise eines Gerippes mit nachgebender Ausfachung wird nur dann zweckentsprechend sein, wenn es sich um ein weiträumiges oder mehrstöckiges Gebäude handelt, also z. B. um größere Wohn- oder Bürobauten oder um Fabriken. Haben wir dagegen ein freistehendes Einfamilienhaus in einer Siedlung gegen die Luftgefahr zu schützen, so kann man auch von einem anderen Baugedanken ausgehen (Abb. 102).
Da mit Volltreffern und selbst mit sehr nahen Treffern nur in Ausnahmefällen zu rechnen ist, wird man ein solches Gebäude nur gegen die Fernwirkungen der Sprengbombe sichern, auf einen Volltrefferschutz aber vollständig verzichten. Die anzustrebende Bauweise ist dann ein Massivbau, dessen einzelne Bauteile aber nach Möglichkeit gegen alle Beanspruchungsarten und gegen Kräfte aller Richtungen gesichert sein sollen. Entweder wird ein Massivbau üblicher Bauweise durch Stahlverbände zusätzlich gesichert, oder in die Wand wird ein Stahlgerippe so eingebettet, daß Wand und Gerippe fest verbunden sind (Abb. 91). Die Wände, welche nun im Gegensatz zu der oben behandelten Bauweise mittragend sind, schützen gegen Luftdruck, Trümmer und Splitter. Bei kleinen freistehenden Gebäuden sind außer Gerippebauten



Abb. 91: Eine Siedlung aus Stahlhäusern. Böhler-Massivbauweise, DRP.

mit nachgebender Ausfachung auch Massivbauten zweckentsprechend. Es ist falsch, anzunehmen, daß jeder Gerippebau einem Massivbau in luftschutztechnischer Hinsicht überlegen ist. Ein Massivbau mit kräftigen Wänden und einer guten Verankerung der Decken entspricht den Luftschutzforderungen besser als ein ungeeignetes Gerippe. Die Biegefestigkeit des Mauerwerks quer

zur Wand wird durch guten Mörtel (Zement) gesteigert, die Biegefestigkeit in der Wand durch Eiseneinlagen erhöht. Die Decken des Massivbaues sind verwindungssteife und biegungsfeste Platten, zu denen Stahlträgerdecken herangezogen werden können (s. S. 52). Besonders wichtig ist die Verbindung der Massivdecke mit der Wand. Die Träger der Decke binden durch die Wand des Massivbaues durch, sind untereinander verbunden und häufig verankert. Anker, Dorne und Splinte bewirken einen engen Zusammenhalt von Wand und Decke, wie er im Luftschutz gefordert werden muß.

Da das ganze Gebäude gegen die verschiedensten Beanspruchungen und Kraftrichtungen gesichert sein muß, wird auch bei dieser Massivbauweise der Baustoff Stahl in der Wand und in den Decken zur Anwendung kommen. Das Ideal des Luftschutzes ist der Gerippebau. Der Massivbau wird nur bei kleineren Bauten die Luftschutzforderungen erfüllen können.

B. Die Wand

Für die Ausfachung eines Stahlgerippes, welches den Forderungen des Luftschutzes entsprechen soll, sind Leichtbausteine und Leichtbauplatten besonders geeignet. Sie erfüllen bei geringem Gewicht die statischen und wohnungshygienischen Forderungen und werden dem Zerknall der Sprengbombe leicht nachgeben. Die Wand des Gerippes besteht aus einem Baustoff, welcher, wenn er herausgeschleudert wird, keinen weiteren Schaden anrichten soll. Die Trümmerwirkung (s. S. 4) kann unter Umständen die furchtbarste aller Bombenwirkungen sein. Fortgeschleuderte schwere Mauersteine oder Betonblöcke können an benachbarten Gebäuden einen Schaden verursachen, der erheblich größer ist als die Zerstörung, welche Splitter und Luftdruck der Bombe zur Folge haben. Die vielfach erprobten Sonderausfachungen des Stahlgerippes wie Bimsbeton, Schlackenbeton, Gasbeton, poröse Lochziegel usw. werden sich daher im Luftschutz gut eignen.
Um das Entstehen gefährlicher Wurfstücke zu vermeiden, wurde auch der Vorschlag gemacht, einzelne Bauteile so zu fertigen, daß bei der unmittelbaren Zerknallwirkung die Ausfachung vollständig zertrümmert wird. Man geht dabei auf die Bauerfahrung in Sprengstoff-Fabriken zurück. In Sprengstofflagern wird z. B. eine Bauweise angewendet, bei welcher die Wand aus einem Drahtnetz mit Betonausguß besteht. Bei einer Explosion zerreißt das erschütterte Drahtnetz die Betonfüllung so vollkommen, daß keine großen Bruchstücke, welche die Umgebung gefährden können, entstehen. Eine ähnliche Bauweise könnte auch für Wände und Decken des luftgeschützten Baues Bedeutung bekommen. Als Einlage in den füllenden Baustoff werden sich voraussichtlich Streckmetall, Rippenstreckmetall (Abb. 100) oder Netze aus Baustahlgewebe eignen.

Eine weitere Forderung, welche an die Bauausführung der Wand gestellt werden muß, ist die der leichten Entgiftbarkeit. Ausländische Militärversuche haben nämlich ergeben, daß seßhafte Kampfstoffe sich in manche Baustoffe tief einsaugen und nur schwer wieder zu entfernen sind. Poröse Baustoffe und solche mit vielen Fugen begünstigen das Eindringen von Kampfstoffen und erschweren die Entgiftung, während glatte, fugenlose Baustoffe die Entgiftung erleichtern. Ein Baustoff, der leicht entgiftet werden kann, ist Stahl. Ausländische Versuche haben auch ergeben, daß Stahl selbst durch reine seßhafte Kampfstoffe nicht angegriffen wird. Bei besonders luftgefährdeten Bauten kann dies unter Umständen zu einer Bevorzugung des Stahls bei der Baustoff-

wahl führen. Ein Gebäude in einer Fabrikanlage kann z. B. eine Dacheindeckung aus Stahldachpfannen erhalten (Abb. 96), die sehr leicht zu entgiften ist. Aus demselben Grunde empfiehlt sich für stark luftgefährdete Bauten die Anwendung der Stahllamellen- oder Stahltafelbauweise, in welcher schon zahlreiche Gebäude in Flachbauweise ausgeführt sind.
Auf dem Gebiet der Baustoffentgiftung werden noch weitere eingehende Untersuchungen gemacht werden müssen, ehe die Anwendung bestimmter Baustoffe empfohlen werden kann.

C. Die Decken

Beim Aufbau eines luftgeschützten Hauses wird die Bauart der Massivdecken zweifellos eine wichtige Rolle spielen. Dabei muß man aber beachten, daß die Decke an den verschiedenen Stellen ihres Einbaues im Hause ganz verschiedene Luftschutzaufgaben zu erfüllen hat. An die oberste Geschoßdecke stellt der Luftschutz andere Anforderungen als beispielsweise an die Schutzraumdecke. Es ist deshalb falsch, von einer „Luftschutzdecke" zu sprechen. Vielmehr werden sich für die verschiedenen Verwendungsgebiete der Massivdecke im Luftschutz auch verschiedene Bauweisen ergeben. Vier verschiedene Aufgaben hat die Massivdecke je nach dem Ort ihres Einbaues zu erfüllen. Und zwar: a) Schutzraumdecke, b) Schutzraumdecke gegen Sprengbomben-Volltreffer, die beide schon behandelt wurden (s. S. 8 ff. und S. 38), c) versteifende Branddecke und d) versteifende Zwischendecken im Innern des Gebäudes.

In jedem dieser vier Verwendungsgebiete stellt der Luftschutz verschiedene Forderungen an die Decke, und es werden sich daher auch verschiedene Deckenbauweisen aus den Luftschutzforderungen ergeben. Da der Luftschutz immer nur eine zusätzliche Forderung sein kann, die statischen und wohnungstechnischen Forderungen dagegen die Hauptsache bleiben, ist es besser, die vorhandenen, bereits vielfach erprobten Massivdecken für die Verwendung im Luftschutz brauchbar zu machen, als neue Decken zu „erfinden". Viele der heute verwendeten Decken können nach meist geringfügigen Änderungen für die Zwecke des Luftschutzes herangezogen werden.

1. Versteifende Branddecke

Die versteifende Branddecke ist eine oberste Geschoßdecke, welche den Durchschlag von leichten Brandbomben verhindert, gegen das Übergreifen des Brandes auf die unteren Geschosse schützt, löschwasserdicht ist und den Aufbau des Gebäudes versteift.

Leichte Brandbomben sollen durch die Decke von einem Eindringen in die unteren Geschoße abgehalten werden. Gerät der Dachstuhl und das Dachgeschoß in Brand, so wirkt die Decke wie eine waagerechte Brandmauer. Die Decke muß daher feuerbeständig sein und den hiernach zu stellenden bautechnischen Forderungen (vgl. Din 4102) voll genügen. Zur Erzielung des Schutzes gegen Löschwasser besteht die Decke selbst aus einem Verband wasserundurchlässiger Baustoffe, oder es wird innerhalb der Decke eine Sperrschicht angeordnet, welche das Durchdringen des Löschwassers verhindert. Je nachdem, ob es sich um einen Neubau oder um den Einbau einer Branddecke in einem Altgebäude handelt, werden verschiedene Bauweisen vorgeschlagen.

a) Versteifende Branddecke in Neubauten

Eine ganze Reihe von Massivdecken mit Stahlträgern werden die Forderungen an die versteifende Branddecke erfüllen. Eine höhere Tragfähigkeit ist durch entsprechende Bemessung der Stahlträger ohne weiteres zu erreichen und auch der Durchschlagswiderstand kann durch stärkere Bemessung der Deckenbauteile erhöht werden. Die Stahlträger müssen so geschützt werden, daß sie unter der Einwirkung des Brandes nicht leiden. Selbst wenn der ganze Dachstuhl abbrennt und große Mengen von Löschwasser verbraucht werden, wird die versteifende Branddecke es verhindern, daß die unteren Geschoße unbewohnbar werden. Eine besonders wichtige Forderung ist die versteifende Wirkung dieser Decke. Bei Stahlgerippebauten werden die Deckenträger sowohl mit dem Gerippe als auch untereinander fest verbunden. Bei Massivbauten ist eine sorgfältige Verankerung der Deckenträger mit dem Mauerwerk durch Bolzen, Splinte und Dorne vorzunehmen. Die Stahlträger werden am Auflager miteinander verbunden. Durch diese baulichen Maßnahmen erreicht man, daß die Stahlträgerdecke als einheitliche starre Platte wirkt. Da bis jetzt noch keine Branddecke in praktischem Luftschutzversuch geprüft worden ist, können anschließend nur Vorschläge gebracht werden, welche Decken sich voraussichtlich eignen werden.

Als Branddecken gut geeignet dürften reine Stahldecken sein, wie sie in Amerika vielfach gebaut werden, sich in Deutschland aber bisher kaum durchgesetzt haben. Auf Grund der amerikanischen Bauerfahrung könnte aber voraussichtlich eine ganze Reihe von versteifenden Branddecken aus Stahl entwickelt werden.

Als geeignete Branddecke kann die Wellblechdecke mit Betonausguß (DRP. angem.) (Abb. 92) angesehen werden. Das zusammenhängende Wellblech bietet der Auftreffwucht der Brandbomben erheblichen Widerstand, die Decke ist vollkommen löschwasserdicht. Ein auf der Decke abbrennender Brandsatz vermag keine Schädigung hervorzurufen. Stahlträger und Wellblech versteifen den Aufbau und werden einstürzenden Schornsteinen Widerstand bieten. Eine Decke aus Stahlrohr-Betonbalken mit Betonaufguß (s. Abb. 5) wurde als versteifende Branddecke gebaut. Neben Stahldecken werden auch Decken aus Eisenbeton als Branddecken gebaut.

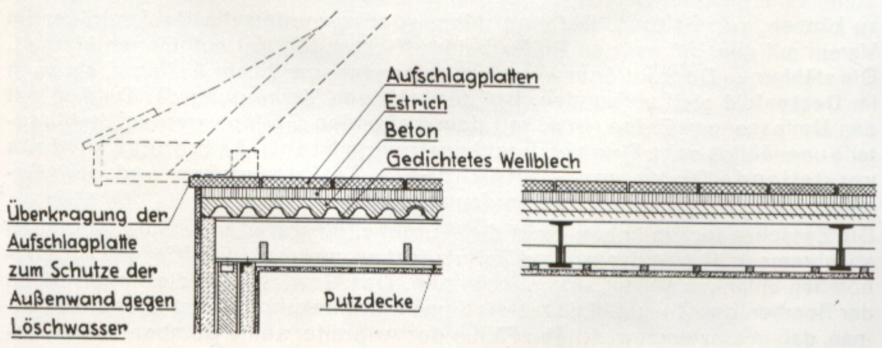


Abb. 92: Versteifende Branddecke aus Wellblech. (DRP. angem.)

b) Branddecke in Altgebäuden

In einem bestehenden Gebäude ist die oberste Decke meist nicht imstande, als versteifende Branddecke zu dienen. Die vorhandene Decke wird daher durch bauliche Änderungen so hergerichtet, daß sie den Anforderungen des Brandschutzes genügt. Eine Verbesserung des Brandschutzes kann bei vorhandenen Decken durch bautechnische Maßnahmen immer erreicht werden, während eine Erhöhung der versteifenden Wirkung oft nur schwer möglich ist. Es wird entweder über oder unter der alten Decke eine neue Decke eingezogen oder die vorhandene Decke wird zu einer Branddecke umgebaut, wobei ihre tragenden Teile in den meisten Fällen mit benutzt werden können.

Zu einem nachträglichen Einbau eignen sich Tonnenbleche, Buckelbleche und Wellblech zwischen Stahlträgern. Der Einbau erfolgt ähnlich wie bei der Schutzraumdecke. Das gebogene Stahlblech wird von Stahlträgern gestützt, die zur Versteifung der ganzen Konstruktion beitragen. Ist die vorhandene Decke imstande, die Auflast zu tragen, so wird die neue Decke darüber gelegt. Ist die alte Decke aber zu schwach, die Belastung durch eine neue Decke aufzunehmen, so muß die neue Decke frei gespannt werden. Die neue Decke wird dann von Stahlträgern gestützt und belastet die alte Decke nicht. Vorhandene Holzbalkendecken können so umgebaut werden, daß sie den Anforderungen des Brandschutzes besser entsprechen.

Kann aus irgendwelchen Gründen eine neue Decke nicht gebaut werden, so soll auf dem Fußboden des Dachgeschosses eine Aufschüttung aufgebracht werden, welche die brandstiftende Wirkung der Brandbombe erschwert. Diese Aufschüttung besteht aus einer etwa 5 cm starken Schicht Sand, einem Lehmestrich oder einer Ziegellage. Beim Umbau einer vorhandenen Decke zu einer Branddecke soll auch eine Sperrschicht, welche aus einer Papplage oder einem Bitumenaufguß besteht, gegen das Durchdringen des Löschwassers eingebaut werden.

2. Versteifende Zwischendecken.

Die Zwischendecken eines Gebäudes haben im bautechnischen Luftschutz die Aufgabe, den Gesamtaufbau zu versteifen. Durch den Einbau zweckentsprechender Massivdecken wird das Gefüge des Hauses gefestigt, so daß die beim Zerknall von Sprengbomben auftretenden Kräfte gemeinsam mit dem Gerippe aufgenommen werden können. Auch hier kommt der Vorteil des Baustoffes Stahl, verschiedene Beanspruchungen in verschiedener Richtung aufnehmen zu können, zur Geltung. Bei eine Massivdecke werden die Deckenträger im Verein mit den Unterzügen Kräfte beider Richtungen gut aufnehmen können. Die stählernen Deckenträger werden miteinander sowohl am Auflager, als auch im Deckenfeld steif verbunden. Bei der kräftigen Verbindung der Decken mit den Umfassungswänden, bzw. mit dem tragenden Gerippe werden Stahlbauteile unerläßlich sein. Eine gut durchkonstruierte Stahlträgerdecke wird als versteifende Platte von einheitlichem Gefüge wirken und das Gebäude befähigen, Zerknallkräfte aufzunehmen.

Die Zwischendecken haben nicht die Aufgabe, einschlagende Sprengbomben abzubremsen. Panzerdecken und Schutzdecken, welche Volltreffer von Sprengbomben ablenken sollen, sind abzulehnen. Das Gewicht und die Konstruktion der Bomben des Zukunftskrieges sind uns nicht bekannt. Es ist aber anzunehmen, daß in einzelnen wichtigen Fällen der Angreifer seine Bomben so bemessen würde, daß sie die Schutzdecken glatt durchschlagen. Der bautechnische

Luftschutz kann sich auf keinen Wettlauf zwischen Bombengewicht und Deckenstärke einlassen. Zwischendecken, die das Gebäude gut versteifen und überdies feuersicher sind, erfüllen vollkommen die Forderungen des Luftschutzes.

Rippendecken, Balkendecken, Hohlsteindecken usw., kurz die meisten Massivdecken zwischen Stahlträgern sind als Zwischendecken vom Standpunkt des Luftschutzes geeignet, wenn sie einige der vorhin genannten zusätzlichen Sicherungen erhalten. Neben Decken mit Stahlträgern werden auch Holzbalkendecken und Betondecken als Zwischendecken im Luftschutz gebaut.

D. Das Dach

Was für die Zwischendecken gilt, gilt auch für das Dach. Dem Dach kommt im Luftschutz nicht die Aufgabe zu, gegen Sprengbomben zu schützen. Schwere Panzerdächer, federnde Abwehrkonstruktionen oder Auffangnetze sind Vorschläge, die man nicht ernst nehmen darf. Es wurde auch vorgeschlagen, die Dachhaut so herzurichten, daß sie den Durchschlag von Brandbomben bis zu einem gewissen Gewicht verhindert. Die praktische Durchführung dieses Vorschlages stößt aber auf erhebliche Schwierigkeiten. Meist wird man sich darauf beschränken müssen, den Brandbombenschutz der obersten Decke zuzuweisen (s. S. 52 ff).

Stahldächer besitzen eine Reihe von Vorteilen, welche ihre Anwendung unter dem Gesichtspunkt des Luftschutzes geraten erscheinen lassen. Stehfalzdächer (Abb. 93) und Stahldachpfannen (Abb. 94) werden bereits seit Jahren verwendet, sind keine Luftschutzsonderbauweisen, sondern in wirtschaftlicher und wohnungshygienischer Hinsicht vielfach erprobt.

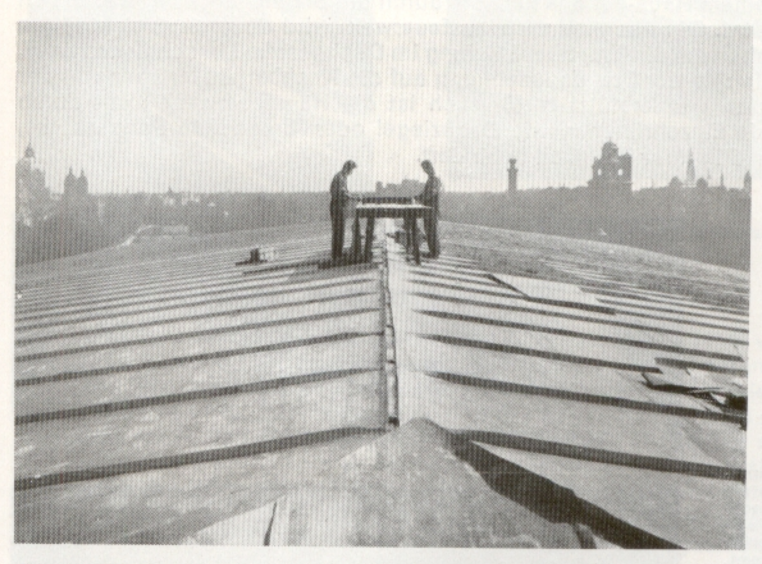


Abb. 93: Dacheindeckung aus verzinkten Stehfalzblechen auf dem Deutschen Museum in München

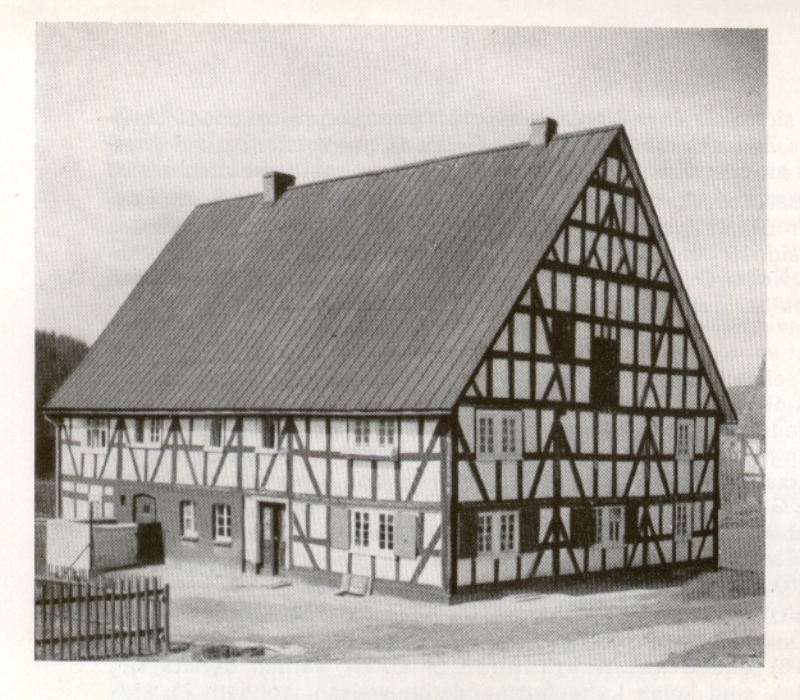


Abb. 94: Das Stahldach besitzt eine Reihe von Vorzügen im bautechnischen Luftschutz. Stahlpfannendach.

Versuche im staatlichen Materialprüfungsamt haben ergeben, daß ein Stahldach sowohl dem Innenfeuer als auch dem Flugfeuer besser widersteht als eine andere Dachdeckungsart (Abb. 95). Der luftschutztechnische Vorteil dieses Verhaltens liegt darin, daß ein Übergreifen des Feuers bei einem Dachstuhlbrand von einem Haus auf das nächste durch die Stahleindeckung wesentlich erschwert wird. Die Tätigkeit der Hausfeuerwehr wird dadurch erleichtert, da sich ihre Arbeit auf die Brandbekämpfung im Dachgeschoß beschränken kann, die Verhinderung der Brandausdehnung auf die Nachbarhäuser aber von der Stahleindeckung unterstützt wird. Auch ist die Hausfeuerwehr nicht durch herabfallende Einzeltrümmer, wie Dachziegel oder brennende Pappestücke, gefährdet und in ihrer Tätigkeit behindert.

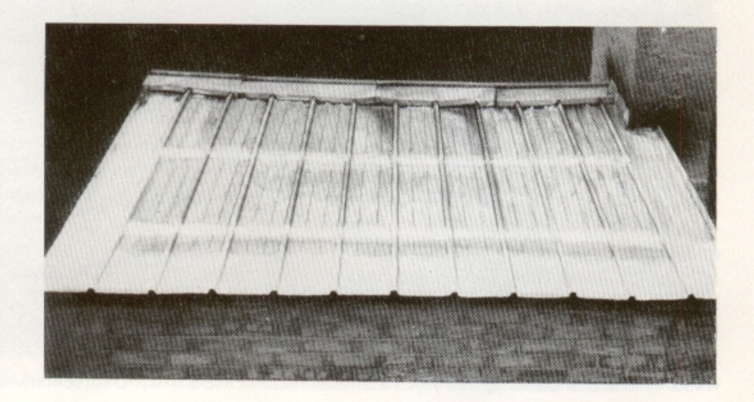
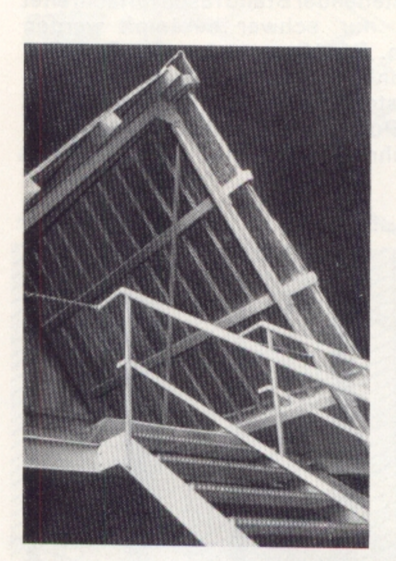


Abb. 95: Brandversuche mit Stahldachpfannen im staatlichen Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem.

Entgiftungsversuche haben ergeben, daß Stahldächer durch einfaches Abspülen mit Vasser entgiftet werden können und daß seßhafte Kampfstoffe selbst in sehr starker Konzentration und bei ungünstigen Verhältnissen das verzinkte Stahlblech nicht angreifen. Dadurch wird die Arbeit der Entgiftungstrupps sehr erleichtert.

Eine leichte Dachdeckung entspricht auch der Forschung nach Herabsetzung der Trümmerwirkung. Stahldächer gehören mit einem Gewicht von etwa 10 kg/m² zu den leichtesten Deckenarten. Wird die Dachhaut durch unmittelbare Sprengbombenwirkung abgehoben, so wird das leichte Stahldach im Gegensatz zu anderen Eindeckungsstoffen nur geringen weiteren Schaden verursachen. Die Bauteile eines Dachstuhles, der mit Stahl eingedeckt ist, werden eine geringere Trümmerwirkung zur Folge haben als bei einer schweren Eindeckung.

Die stählerne Dachhaut wird vorteilhaft von einem Dachstuhl aus Stahl getragen (Abb. 96 und 97). Da die Eindeckung leicht ist, besteht der Dachstuhl aus leichten Stahlprofilen, welche gleichfalls nur eine geringe Trümmerwirkung zur Folge haben. Ein Durchschlagen der obersten Decke durch einzelne Teile des brennenden Dachstuhls wird dadurch erschwert.



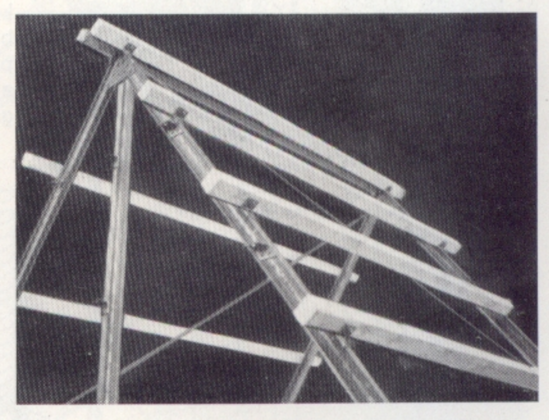


Abb. 96 u. 97.
Stahldachstuhl auf der Luftschutzausstellung des R.L.B.

Neben der Herstellung einer versteifenden Branddecke und einer unentflammbaren Dacheindeckung muß auch das Dachgeschoß in der bekannten Weise für den Luftschutz hergerichtet werden. Aller überflüssige und leicht brennbarer Bodenkram wird entfernt und der ganze Raum übersichtlich aufgeräumt. Die Lattenverschläge im Dachgeschoß werden durch Drahtgitter ersetzt. Das Drahtgitter wird vorteilhaft an leichten Profilen oder dünnen Rahmen angebracht. Holzstützen sollen dabei vermieden werden. Wasservorräte und Gerät für die Hausfeuerwehr, welche im Treppenhaus ihren Platz hat, werden außerhalb des Dachbodens auf dem obersten Treppenabsatz aufgestellt. Die Brandbekämpfung durch die Hausfeuerwehr (Abb. 98) wird erleichtert, wenn die Bau-



Abb. 98: Die Geräte der Hausfeuerwehr.

teile des Dachgeschosses gegen Brand geschützt sind. Das wichtigste Gebiet ist hier der Feuerschutz des Holzes. Das Holz des Dachstuhls kann mittels Anstrich, Durchtränkung oder Ummantelung vor der Entflammung geschützt werden.
Bei der Ummantelung von Bauteilen ist darauf zu achten, daß keine flammenleitenden Hohlräume zwischen Feuerschutzmantel und Bauteil bestehen bleiben. Hohlräume sind mit nicht brennbaren Stoffen wie Schlakkenwolle oder Asche auszufüllen. Schlecht sind die häufig verwendeten Bretterschalungen mit Rohrputzverkleidung, da ein unter der Verkleidung entstehender Brand rasch fortschreitet und nur schwer bekämpft werden kann. Die Ummantelung muß unverbrennbar sein. Streckmetall und Rippenstreckmetall (Abb. 100) eignen sich als Putzträger zur Verkleidung feuergefährdeter Bauteile.

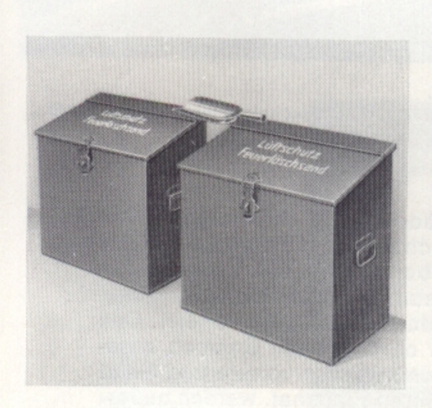


Abb. 99: Stahlblechbehälter für Feuerlöschsand.

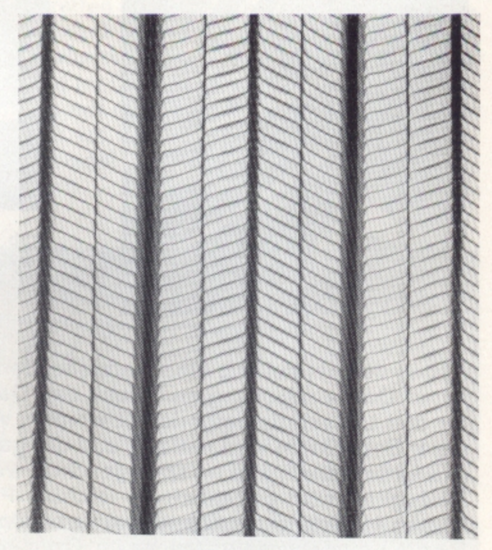


Abb. 100: Rippenstreckmetall. Ein geeigneter Baustoff für feuerhemmende Ummantelungen und für die Herrichtung von Branddecken.

E. Die Luftschutzbauweise aus Stahl

An zwei verschiedenen Beispielen soll nun gezeigt werden, worin die Luftschutzmaßnahmen des Aufbaues bestehen.

1. Ein mehrstöckiges Wohn- und Geschäftshaus in der Stadtmitte soll so gebaut werden, daß es ein Höchstmaß an Luftschutz bietet, das heißt, daß alle Arten von Bomben in jedem Fall nur geringen Schaden anrichten können.

Folgende Grundsätze sind beim Aufbau zu beachten (Abb. 101):

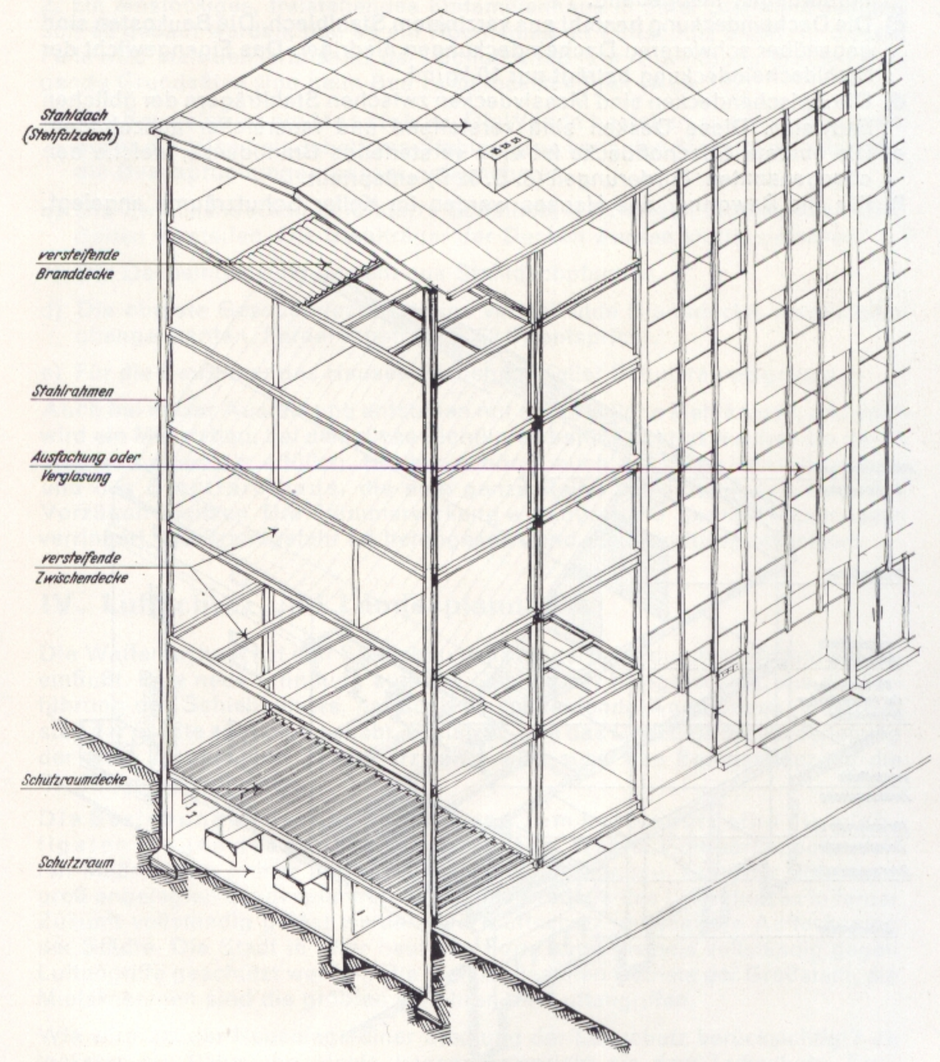


Abb. 101: Stahl-Gerippebau unter Berücksichtigung der Luftschutz-Forderungen.

a) Die Bauweise ist ein Stahlgerippe nach der üblichen statischen Berechnung. Durch Anordnung biegungssteifer Knotenpunkte bildet man einen Rahmenbau aus. Fachverbände versteifen das Gerippe.

b) Die Ausfachung des Gerippes besteht aus porösen Hohlziegeln, Leichtbetonkörpern oder ähnlichen Leichtbaustoffen. Schwere Mauerziegel oder Beton sind zu vermeiden. Bei der Wahl des Baustoffes ist zu berücksichtigen, daß die Ausfachung der Splitterwirkung und dem Luftstoß von außen widerstehen soll; im übrigen ist die Erfüllung wohnungshygienischer Forderungen maßgebend.

c) Die Dacheindeckung besteht aus verzinktem Stahlblech. Die Baukosten sind gegenüber schwereren Dacheindeckungen niedriger. Das Eigengewicht der Stahldacheindeckung beträgt nur 10 kg/m^2.

d) Die Zwischendecken sind Massivdecken zwischen Stahlträgern der üblichen Bauweise. Diese Decken sind versteifend und feuersicher auszubilden.

e) Die oberste Geschoßdecke ist eine versteifende Branddecke, welche den obengenannten Forderungen (s. S. 52 ff) entspricht.

f) Für alle Bewohner des Hauses werden im Keller Schutzräume angelegt.

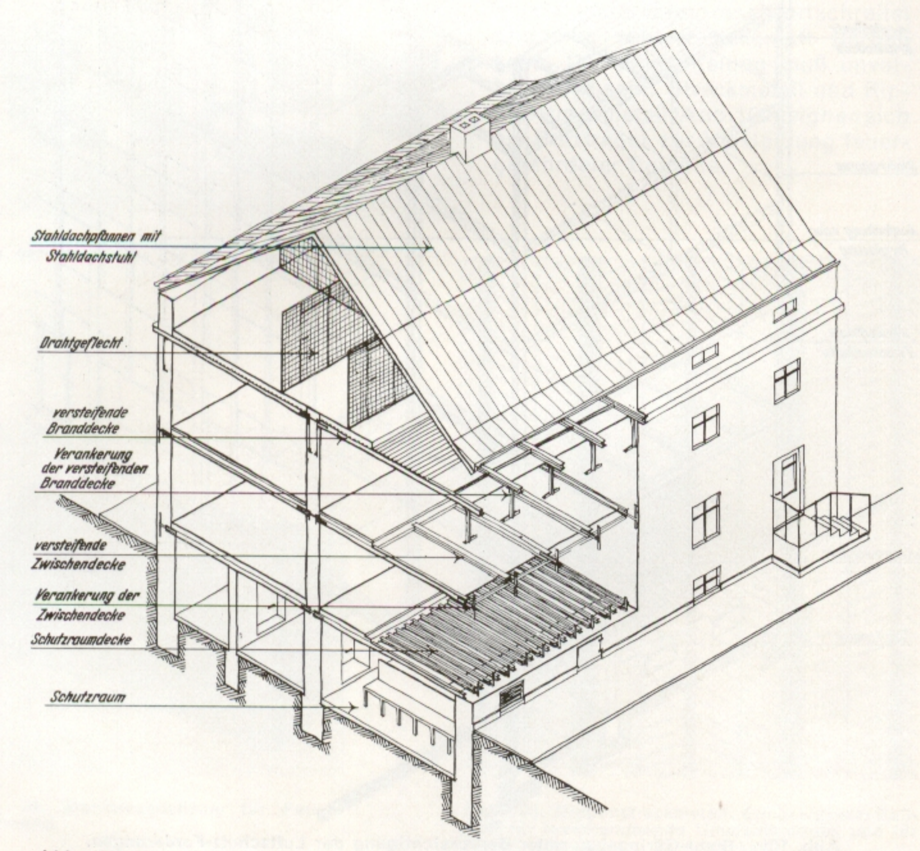


Abb. 102: Massivbau unter Berücksichtigung der Luftschutz-Forderungen.

Nur durch die Erfüllung der letzten zwei Punkte entstehen Mehrkosten infolge des Luftschutzes. Ein so gebauter, den Luftschutzforderungen voll entsprechender Bau wird aber gegenüber anderen Bauweisen, welche den Luftschutz gleichfalls berücksichtigt haben, immer wettbewerbsfähig sein. Gegen Brandbomben, Gasbomben und Sprengbomben geringen Gewichts ist der Bau vollständig geschützt. Auch schwere Sprengbomben werden immer nur örtlich beschränkten Schaden anrichten können, der nach dem Luftangriff leicht zu beseitigen sein wird.

2. Ein einstöckiges, freistehendes Einfamilienhaus in einer Stadtrandsiedlung soll so gebaut werden, daß es ein Höchtsmaß an Luftschutz bietet. In diesem Falle wird man den Grundsatz der „Schutzwand" zur Anwendung bringen. Folgende Grundsätze sind beim Bau zu berücksichtigen (Abb. 102):

a) Die Bauweise ist ein Massivbau. DieWände bestehen aus Vollmauerwerk Ein in die Wand eingebettetes Stahlgerippe kann den Massivbau befähigen die Beanspruchungen besser aufzunehmen.

b) Die Zwischendecken sind starre Scheiben, welche den Aufbau nach allen Seiten versteifen. Die Stahlträger der Decken werden kräftig verankert.

c) Die Dacheindeckung besteht aus Stahldachpfannen.

d) Die oberste Geschoßdecke ist eine versteifende Branddecke, welche allen obengenannten Forderungen (s. S. 52 ff) entspricht.

e) Für die Bewohner des Hauses werden im Keller Schutzräume gebaut.

Auch bei dieser Ausführung entstehen nur unerhebliche Mehrkosten, und doch wird ein Massivbau, bei dem diese Richtlinien berücksichtigt wurden, ein hohes Maß an Luftschutz erfüllen. Hierher gehören auch das Stahllamellenhaus und das Stahltafelhaus, die eine ganze Reihe von luftschutztechnischen Vorzügen besitzen. Die Trümmerwirkung wird durch die geringen Baumassen verringert, die Brandgefahr ist herabgesetzt und die Entgiftung erleichtert.

IV. Luftschutz und Landesplanung

Die Waffentechnik hat den Städtebau Jahrhunderte hindurch entscheidend beeinflußt. Eine neue Erfindung auf dem Gebiete der Kriegstechnik, wie die Einführung des Schießpulvers, hat auch einschneidende Änderungen in der Gestalt der Städte zur Folge gehabt. Genau so, wie das Geschütz die Niederlegung der alten Mauern und Türme erzwang, wird auch das Bombenflugzeug die Stadtform beeinflussen.

Die Beziehungen der Landesplanung zum Luftschutz sind die wichtigsten Fragen des ganzen Luftschutzes. Während die vorher behandelten Maßnahmen immer nur ein Teilschutz sein können, kann mit Hilfe einer groß angelegten Landesplanung das ganze Problem des Luftschutzes in ferner Zukunft vollständig gelöst werden. Der Luftschutz verlangt die Auflockerung der Städte. Die Stadt in ihrer heutigen Form kann niemals vollständig gegen Luftangriffe geschützt werden. Die dichtbesiedelten Gebiete der Großstadt, die Mietskasernen sind die größten Gefahren bei Luftangriffen.

Wie wird bei der Neuanlage einer Siedlung der Luftschutz berücksichtigt? Je lockerer die Bebauung, desto besser entspricht sie dem Luftschutz. Frei-



Abb. 103: Siedlung aus Stahllamellenhäusern. Dachdeckung mittels Stahlpfannen.

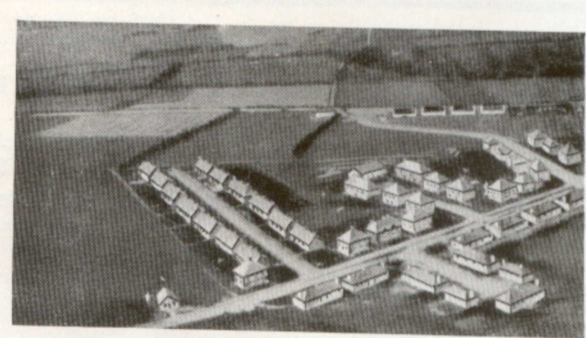
stehende Häuser sind gegenüber Reihenhäusern zu bevorzugen. Der Flachbau entspricht den Forderungen des Luftschutzes besser als der Mittelbau (drei bis sechs Geschosse). Eigentümliche Gestaltung von Plätzen und Straßenzügen, wie Kreisform oder Oval, sollen vermieden werden, da sie dem Angreifer die Wegweisung erleichtern. Dagegen kann der in 4000 bis 6000 m Höhe angreifende Flieger ein Hochhaus von einem Flachbau nicht unterscheiden. Tarnungsanstriche von Dächern und Schauseiten sind zu empfehlen, aber die ganzen Fragen der Tarnung sind recht schwierig. Es ist falsch, die Straßen in der Windrichtung anzulegen, wie es früher in manchen Luftschutzvorträgen gefordert wurde. Eine Entgiftung wird dadurch kaum erreicht, die Brandgefahr aber sehr vergrößert. Große Grünflächen, breite Straßen, Gärten und Wasserflächen sind der beste Luftschutz jeder Siedlung.

Da bei dem Aufbau der Siedlungshäuser auf den Luftschutz Rücksicht genommen werden soll, sei auch auf die verschiedenen Stahlbauweisen für Kleinhäuser wie Stahlgerippebau, Stahllamellenbau und Stahltafelbau in diesem Zusammenhang hingewiesen. Abb. 104 und Abb. 105 zeigen Siedlungen von Stahlhäusern in vorbildlicher Auflockerung, wie sie der Luftschutz verlangt. Die Aufgabe der Landesplanung im Luftschutz ist es, auf eine innige Verbindung von Stadt und Land hinzuarbeiten. Jede Bestrebung in diesem Sinne, ob es nun die Verlegung der Industrie aus der Stadt, die Umsiedlung von Großstädtern auf das flache Land oder die Sanierung ungesunder Stadtteile



Abb. 104: Stahllamellenhaus-Siedlung in Hattingen.

ist, sind vom Standpunkt des Luftschutzes begrüßenswerte Maßnahmen. Die Errichtung von großen Verwaltungsgebäuden in der Mitte der Stadt, die Vergrößerung von Industrien, die im Weichbild der Stadt liegen usw., sind dem Luftschutz feindliche Maßnahmen.
Die Idealstadt des Luftschutzes ist eine Siedlung in weit aufgelockerter Bauweise, in der Industrie und Wohngebiete vollständig voneinander getrennt sind, da sie eine verschieden starke Luftabwehr und auch eine verschiedene bauliche Gestaltung nach den Grundsätzen des bautechnischen Luftschutzes verlangen. Das Ziel der Landesplanung im Luftschutz ist eine große aufgelockerte Siedlung, ein Dorf mit städtischer Kultur, eine neue Siedlungsweise, welche die Auflockerung und die räumlische Weite des Dorfes bringt, dabei aber den ganzen technischen Apparat, den Verkehr und die Nachrichtenübermittlung der Großstadt beibehält. Entscheidend für die Bestrebungen des Luftschutzes ist, daß diese letzten und wichtigsten Luftschutzforderungen Hand in Hand gehen mit den Forderungen der Sozialpolitik und Gesundheitspflege unserer Tage.



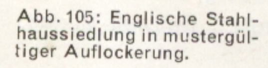


Abb. 105: Englische Stahlhaussiedlung in mustergültiger Auflockerung.

Nachwort

Zum Schluß sei der Leser nochmals darauf hingewiesen, daß es sich hier nur um die Untersuchung des Baustoffes Stahl im Luftschutz gehandelt hat. Die Bauteile und Bauweisen aus anderen Baustoffen sind bewußt weggelassen worden. Damit sollte aber nicht gesagt sein, daß andere Baustoffe in manchen Fällen mit dem Stahl nicht wetteifern könnten. Sicher wird auch der Eisenbeton im Schutzraumbau immer eine Rolle spielen. Die Holzbalkendecke ist keineswegs ein Feind des Luftschutzes und wird auch weiter ihren wichtigen Platz im Bauwesen behalten. Der Verfasser hat sich bemüht, bei der Anführung der Vorzüge des Stahls im Luftschutz objektiv vorzugehen und hat damit in keinem Falle die Herabsetzung eines anderen Baustoffes beabsichtigt. Daß aber der Stahl im Luftschutz eine sehr wichtige Rolle spielen wird, dürfte diese Schrift bewiesen haben.

Schrifttum

Für ein eingehendes Studium des bautechnischen Luftschutzes können folgende Werke empfohlen werden:

1. Dr.-Ing. Knipfer, Ministerialrat im R.L.M. und Erich Hampe, stellv. Reichsführer der T.N. „Der zivile Luftschutz", Verlag O. Stollberg, Berlin 1934.

2. Schoßberger, Dr.-Ing. „Der bautechnische Luftschutz", Bauwelt-Verlag, Berlin 1934.

Alle Abbildungen, die keinen besonderen Vermerk tragen, sind Werkphotos. Sämtliche Abbildungen dieser Druckschrift sowie weitere Bilder aus dem Gebiete des Luftschutzes sind als Papierabzüge und Glaslichtbilder zu erhalten. Auf Wunsch werden die Listen der Bilder für Luftschutzvorträge kostenlos zugesandt.

Auskunft

über die Verwendung von Stahl im bautechnischen Luftschutz erteilt die Beratungsstelle für Stahlverwendung, Düsseldorf, Stahlhof

Herausgegeben von der Beratungsstelle für Stahlverwendung, Düsseldorf, Stahlhof

Bearbeitung: Dr.-Ing. H. Schoszberger, Berlin,
unter Mitarbeit von Dipl.-Ing. Martha Bürger, Düsseldorf

Schriftleitung und verantwortlich: Johannes Hoffmann, Düsseldorf

Graphische Gestaltung: Hans Stövhase, Düsseldorf

Druck: Industrie-Verlag u. Druckerei Akt.-Ges., Düsseldorf, Pressehaus

Vorrätige „Stahl überall"-Hefte:

1933 Heft 1: Stahlrohr im täglichen Leben
1934 Heft 1: Gesund sein, gesund werden
Heft 3: Deutscher Stahl I
Bilder aus der Geschichte der deutschen Eisen- und Stahlerzeugung
Heft 4: Deutscher Stahl II
Vom Eisenerz zum Stahl
1935 Heft 1: Stahlbau-Profile
Heft 2: Stahlbedachung
Heft 3: Stahl in der Landwirtschaft
Heft 4: Stahl unter und über Tage
Heft 5: Werkeinrichtungen aus Stahl
1936 Heft 1: Stahl im Automobilbau



